

# **ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル(案)**

**平成 30 年 3 月**

**国土交通省**

**総合政策局 公共事業企画調整課**

**水管理・国土保全局 河川環境課**

## ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル(案)

## 目 次

はじめに

第1章 総則 .....	1
1.1 目的 .....	1
1.2 適用範囲 .....	2
1.3 用語の定義 .....	4
第2章 維持管理の基本 .....	8
2.1 ダム用ゲート設備等に求められる機能 .....	8
2.2 維持管理の基本方針 .....	11
2.3 設備区分の評価 .....	19
2.4 装置・機器等の特性 .....	23
2.5 装置・機器の取替・更新年数 .....	29
第3章 点検 .....	34
3.1 点検の基本 .....	34
3.2 点検の実施方針 .....	40
3.3 装置・機器の診断 .....	54
第4章 整備・更新の優先順位 .....	56
4.1 整備・更新の優先順位の決定 .....	56
4.2 健全度の評価 .....	59
4.3 設置条件の評価 .....	70
4.4 機能的耐用限界の評価 .....	75
4.5 総合評価 .....	77
第5章 整備・更新 .....	79
5.1 整備の基本 .....	79
5.2 整備の実施方針 .....	81
5.3 取替・更新の実施方針 .....	83
第6章 維持管理計画 .....	85

参考資料 致命的機器の抽出の考え方

## ダム用ゲート設備等点検・整備・更新検討マニュアル(案) 改定検討委員会

## 委員名簿

委員長	山田正	中央大学理工学部都市環境学科 教授
委員	高見勲	南山大学理工学部機械電子制御工学科 教授
委員	角哲也	京都大学防災研究所水資源環境研究センター 教授
委員	宮武一郎	国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 施工安全企画室長
委員	佐藤常人	国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室 課長補佐
委員	小澤直樹	国土交通省総合政策局公共事業企画調整課 施工安全企画室 課長補佐
委員	阿部成二	国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 河川保全企画室 課長補佐
委員	佐藤彰	国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 流水管理室 課長補佐
委員	金銅将史	国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部 大規模河川構造物研究室 室長
委員	狩野武志	国土交通省東北地方整備局企画部 施工企画課長
委員	奥山吉徳	国土交通省東北地方整備局河川部 河川管理課長
委員	岡智明	国土交通省中部地方整備局企画部 施工企画課長
委員	安田幸男	国土交通省中部地方整備局河川部 河川管理課長
委員	梶田洋規	国立研究開発法人土木研究所技術推進本部 上席研究員
委員	石神孝之	国立研究開発法人土木研究所水工研究グループ水理チーム 上席研究員
委員	竜澤宏昌	独立行政法人水資源機構ダム事業本部ダム事業部 ダム管理課長
委員	高須修二	一般財団法人ダム技術センター ダム技術研究所 所長
委員	井山聡	一般財団法人水源地環境センター 企画部長
委員	馬場浩史	一般社団法人ダム・堰施設技術協会 技術委員

※平成 30 年 3 月時点の委員及び役職

## はじめに

ダムに設置されているゲートおよびその関連設備は、ダム貯留水の取水・放流、流量調節等を目的に設置されており、洪水調節、流水の正常な機能維持、上水道、工業用水道、かんがい等の各種用水補給、発電等、国民の生命・財産を守るとともに、快適な生活を享受する上で欠かすことのできない重要な施設である。

これらの施設は、高度成長期の整備に合わせて集中的に設置され、その半数以上の施設が設置から約 30 年以上を経過し老朽化が進んでいる。

その一方で、確実な操作及び稼動が必要とされており、厳しい財政状況の中での的確な点検・整備の実施による機能保持が求められている。

ダム用ゲート設備等の点検・整備・更新については、平成 23 年 4 月に制定された「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新検討マニュアル(案)」に基づき実施しているが、制定後 6 年を経過しており、その間、平成 25 年 4 月の「安全を持続的に確保するための今後の河川管理のあり方について」(社会資本整備審議会答申)において、状態監視型予防保全に移行する方向性が打ち出され、平成 26 年 5 月の「国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)」においては、メンテナンスサイクルの構築に向けた施策を確実に推進していくこととしている。

これらの情勢の変化に対し、現行のマニュアルでは、主に次のような課題があり、改定が必要となっている。

- ① 機器・装置等の特性として致命・非致命的機器についての見直しが未実施
- ② 機器・装置の標準的な取替・更新年数についての見直しが未実施
- ③ 点検結果における傾向管理を考慮した健全度評価指標が未設定
- ④ 点検結果における傾向管理項目の見直し(追加)が未実施
- ⑤ 状態監視型予防保全に必要な傾向管理基準値が未設定
- ⑥ ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案)が未策定
- ⑦ その他「河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル(案)」との整合

よって、有識者と管理者による「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新検討マニュアル(案)改定検討委員会(委員長:山田正中央大学教授)」を設置し、以上の課題に対応すべく状態監視型予防保全手法、診断に寄与する技術的な評価手法を具体化するとともに、致命的機器・非致命的機器の見直し、整備・更新の標準年数の再評価も併せて実施した。その結果を反映させ、「ダム用ゲート設備等点検・整備・更新マニュアル(案)」として再編集したものである。

本マニュアル(案)は、上記の趣旨から従前のマニュアル(案)における健全度評価手法の技術的高度化に重点を置き、管理者が機器の診断結果を基に整備・更新を行うべき優先順位の評価をし、維持管理計画の策定ができるものとした。また、従来活用していた社会への影響度評価及び社会的耐用限界評価は、平成 27 年 3 月に改定された「河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル(案)」との整合を図り、予算計画等においてこれまでどおり実施すべきものとしている。

## 第1章 総則

### 1.1 目的

本マニュアルは、ダム用ゲート設備等の点検・整備・更新等の維持管理の実施方針を示すことにより、設備の信頼性を確保しつつ効率的な維持管理を実現することを目的とする。

#### 【解説】

ダムに設置されているゲート設備等は、ダム貯留水の取水・放流、流量調節等を目的に設置される設備であり、洪水調節、流水の正常な機能維持、上水道、工業用水道、かんがい等の各種用水補給、発電等において重要な役割を担う設備である。ダム用ゲート設備等の多くは、常時ほとんど待機状態で運転されていない設備が多い一方、洪水時には確実に機能しなければならないことから、日常の適切な維持管理が重要であり、かつ機器の設置される環境も厳しく、通常の産業機械設備とは異なった特性を有している。

現状、これまで建設されてきたダム用ゲート設備等の半数以上が、建設後 30 年以上経過し、今後、老朽化への対応が課題となる施設も年々増加することで維持管理費用も増大する。そのため、維持管理の更なる効率化が求められてきており、ダム用ゲート設備等の信頼性を確保しつつ効率的に点検・整備・更新等を行う維持管理の実現が急務となっている。

本マニュアルにおいては、これら背景のもとに、ダム用ゲート設備等で実施する点検・整備・更新等が効率的かつ効果的になされるよう、維持管理の実施方針を示すことにより、設備の信頼性を確保しつつ効率的・効果的な維持管理を実現することを目的とする。

機械設備については、過去にゲート振動現象等、様々な不具合事象に関する研究・技術開発が進められてきたが、今後は経年的な劣化による不具合事象の発生や、堆砂等ダムを取り巻く環境の変化による機械設備への影響などのリスクについて関係者間にて共有するとともに引き続き研究・技術開発を進めていく必要がある。

また、近年、ビッグデータの活用や IoT、AI 等データサイエンス分野での技術の進歩がめざましいことから、機械設備の維持管理においては、新たな技術の導入、活用に向けて積極的に取り組んでいく必要がある。

本マニュアルにおいては、これらの背景のもとに、ダム用ゲート設備等で実施しなければならない点検・整備・更新等の維持管理の実施方針を示すことにより、設備の信頼性を確保しつつ効率的・効果的な維持管理を実現することを目的とする。なお、ダム用ゲート設備等の維持管理において、本マニュアルを最優先とし、本マニュアルに記載のなき事項はダム用ゲート設備等点検・整備標準要領（案）（国土交通省 平成 30 年 3 月）に従うものとする。

## 1.2 適用範囲

本マニュアルは、河川管理施設として設置されているダム用ゲート設備等の点検・整備・更新等の維持管理に適用する。

### 【解説】

本マニュアルの適用範囲であるダム用ゲート設備等とは、ダムに設置されている以下の管理設備（取水・放流設備、付属施設）をいい、本マニュアルは、これら設備の適切な運用と操作の信頼性及び安全の確保に必要とする点検、整備、更新及びその維持管理記録に適用する。



図 1.2-1 ダム用ゲート設備等(事例)

### (1) 洪水処理設備

- 非常用洪水吐設備
- 常用洪水吐設備

非常用洪水吐設備は、計画規模を超える洪水時に、常用洪水吐設備と併せダム設計洪水流量以下の流水を下流へ流下させることを目的として設けられる。

常用洪水吐設備は、洪水時に貯水池に流入する流水の水位維持および流量調節を目的として設けられる。

### (2) 貯水池維持用放流設備

貯水池維持用放流設備は、ダム中段の常時満水位付近に設置されるオリフィス形や小容量放流管形の放流設備であり、貯水池水位の維持を目的として設けられる。

### (3) 低水放流設備

低水放流設備は、流水の正常な機能を維持するための流量および灌漑用水・都市用水・発電用水など利水計画に必要とされる流量等の取水・放流を目的として設けられる。

- (4) 貯水位低下用放流設備 貯水位低下用放流設備は、ダム底層部に設置される放流設備であり、堤体や貯水池の点検および保守、初期湛水時の水位制御等を目的として設けられる。
- (5) 付属施設 付属施設は、ダム・貯水池の維持管理を効率的かつ確実に行うこと、および周辺環境保全を目的として設けられる。

なお、上記の管理設備は、機械設備と土木構造物及び電気通信設備の取り合い部が存在するため、関係者が連携して漏れのないように設備の保全に当る必要がある。

参考文献：

ダム・堰施設技術基準（案）マニュアル編 社団法人 ダム・堰施設技術協会  
水門工学 水工環境防災技術研究会「水門工学」編纂委員会編 技報堂出版  
多目的ダムの建設 第7巻 管理編 財団法人 ダム技術センター

## 1.3 用語の定義

本マニュアルにおいて使用する主な用語の定義は以下による。

- |             |   |
|-------------|---|
| (1) 施設      | 治水、利水の目的で建設されるダム、水門等で、土木構造物、建築物、機械設備、電気通信設備等で構成される工作物全体をいう。                                     |
| (2) 設備      | 装置、機器の集合体であり、ゲート等設備の施設機能を発揮する構成要素をいう。   |
| (3) 装置      | 機器・部品の集合体であり、扉体、戸当り、開閉装置等の設備機能を発揮するために必要な構成要素をいう。   |
| (4) 機器      | 部品の集合体であり、装置を構成する構造部、支承部、水密部、動力部、制動部等の装置機能を発揮する構成要素をいう。   |
| (5) 部品      | 水密ゴム、ボルト・ナット、軸受、ワイヤロープ等の機器の構成要素をいう。   |
| (6) 健全度     | 設備の稼働及び経年に伴い発生する材料の物理的劣化や、機器の性能低下、故障率の増加等の状態の度合をいう。   |
| (7) 故障      | 設備、装置、機器、部品が、劣化、損傷等により必要な機能を発揮できないことをいう。  |
| (8) 保全      | 設備、装置、機器、部品が必要な機能を発揮できるようにするための、点検、整備、更新をいう。  |
| (9) 予防保全    | 故障発生を未然に防止するために実施する保全をいう。   |
| (10) 事後保全   | 故障した設備、装置、機器、部品の機能を復旧するための保全をいう。  |
| (11) 点検     | 設備の異常又は損傷の発見、機能の良否の判定のために実施する目視、計測、作動テスト等の作業をいう。  |
| (12) 管理運転点検 | 設備の管理運転により、設備全体の機能、状態の把握と機能保持を目的に行う点検をいう。   |
| (13) 目視点検   | 設備を運転せずに行う目視による点検をいう。   |
| (14) 管理運転   | 設備の作動確認、装置・機器内部の防錆やなじみの確保、運転操作の習熟等を目的に行う試運転をいう。   |
| (15) 状態監視   | 設備の機能、故障の確認、劣化傾向の記録、追跡等の目的で、作動値及びその傾向を監視することをいう。  |
| (16) 傾向管理   | 状態監視のうち、点検時に取得した計測データの変化傾向から、設備や機器の劣化状態を把握し、将来整備の必要な機器等の選定及び故障時期の推定に役立てるためのデータ管理（トレンド管理）をいう。    |
| (17) 正常値    | 設置時計測データ、稼働初期段階における計測データ又は正常と思われるある一定期間の計測データ、いずれかの平均値をいう。                                      |
| (18) 注意値    | 傾向管理を行う際の管理基準値であり、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、点検の結果、その値を超えた場合、2～3年以内に措置（整備・更新・取替）を行うことが望ましい値      |
| (19) 予防保全値  | 傾向管理を行う際の管理基準値であり、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じる可能性があり、点検の結果、その値を超過している場合、予防保全の観点から早急に措置（整備・更新・取替）を行うべき値 |



(20) 整備	機能維持のために定期的に、又は点検結果に基づき適宜実施する清掃、給油脂、調整、修理、機器、部品の取替、塗装等の作業をいう。
(21) 修繕	設備、装置、機器、部品の故障、機能低下に伴う調整、修理等、機器の復旧及び機能保持を目的とした作業をいう。
(22) 取替	故障又は機能低下した機器、部品の機能を復旧するために、新品にすることをいう。
(23) 清掃	設備の美観の維持、腐食等の防止、異常の早期発見等を目的に実施する作業をいう。
(24) 給油脂	設備の回転摺動部の機能を維持するとともに、異常な摩耗、損傷、腐食を防止することを目的に実施するオイルやグリースの供給・交換作業をいう。
(25) 調整	設備の正常な機能を確保することを目的に、設備の運転に伴って発生する各部の弛み、伸び、ずれ等を正規の状態に戻す作業をいう。
(26) 修理	設備の機能を確保することを目的に、設備の運転に伴い発生する各部の摩耗、損傷、接合部や接触部のずれ等を溶接や機械加工により正常状態に戻す作業をいう。
(27) 塗替塗装	防錆及び美観を確保することを目的に、塗装の劣化に伴い実施する作業をいう。全面塗替、部分塗替、局部補修（タッチアップ）のうち、点検の結果も考慮し適切な内容にて実施する。
(28) 分解整備	機器の分解を伴う整備をいい、オーバーホールと同義である。
(29) 更新	故障又は機能低下した設備、装置の機能を復旧するために新しいものに設置しなおすことをいう。
(30) 管理者	施設の運転操作及び保全に関する責任者をいう。
(31) 運転操作員	設備の運転操作を行うことを管理者から認められた者をいう。
(32) 専門技術者	設備の保全を行うにあたって、必要にして十分な知識及び実施能力を有する技術者をいう。

### 【解説】

用語の定義については、設備構成に関わる用語、信頼性に関わる用語、点検・整備・更新に関わる用語、管理に関わる用語等のうち、本文で説明なく使われている重要な用語について定義を示した。また、更新、取替の考え方を図 1.3-1 に示す。

なお、上記定義は以下を参考とした。

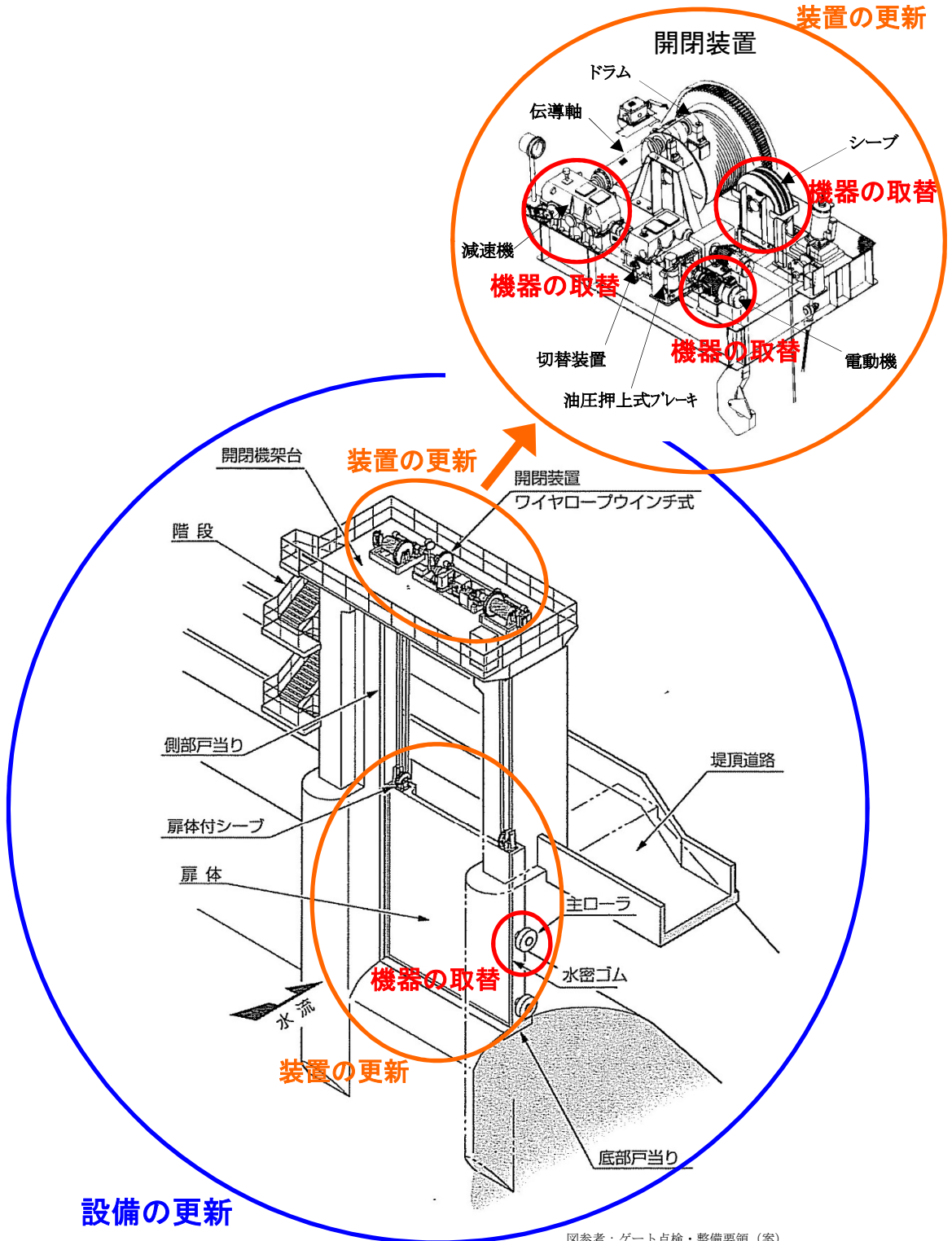
- 河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）（国土交通省 平成 27 年 3 月）
- 河川用ゲート設備点検・整備標準要領（案）（国土交通省 平成 28 年 3 月）
- 土木機械設備の入札契約手法に関する委員会最終報告書（土木機械設備の入札契約手法に関する委員会 平成 19 年 11 月）
- JIS Z 8115 : 2000 「ディペンダビリティ（信頼性）用語」
- ゲート点検・整備要領（案）（社団法人 ダム・堰施設技術協会 平成 17 年 1 月）

- 機械設備管理指針（独立行政法人 水資源機構 平成 28 年 3 月）

ここに定めのない用語、本マニュアルにて新たに提案した用語については、それぞれの項を参照のこと。

更新と取替の単位(例)

下図はクレストローラゲートおよびワイヤロープウインチ式開閉装置の例



図参考：ゲート点検・整備要領(案)  
(社団法人 ダム・堰施設技術協会 平成17年1月)

注) 現実的には、取替・更新の範囲は、設備の規模、形式、予算、現場状況、機能の適合性等により様々であり一様では無い。

図 1.3-1 更新と取替の単位(例)

## 第2章 維持管理の基本

### 2.1 ダム用ゲート設備等に求められる機能

ダム用ゲート設備等には以下の機能が求められる。

- 1) ゲートは確実に開閉し、かつ必要な水密性及び耐久性を有すること
- 2) ゲートの開閉装置はゲートの開閉を確実に行うことができること
- 3) ゲートは予想される荷重に対して安全であること

#### 【解説】

上記、ダム用ゲート設備等に求められる機能は、河川管理施設等構造令第10条「ゲート等の構造の原則」による。また、ダム・堰施設技術基準(案)マニュアル編((社)ダム・堰施設技術協会)によれば、ダムに必要とされる機能毎に使用可能な放流設備の形式は表2.1-1に示すものを標準としている。

表 2.1-1 ダムの放流設備の形式

設置目的	設備の形式(標準)	水門扉の用途	ゲート			バルブ	水門扉の形式(標準)	
			名称	ダムの区分				
				I	II			III
洪水処理	越流形	流量調節	ゲートレス	○	○	△	×	—————
			クレストゲート(越流式)	×	○	△		ダムフラップ、ドラム、ドロップ
			クレストゲート(引上げ式)	×	△	○		ラジアル、ローラ
		閉塞	試験湛水用ゲート	○	○	○		スライド、ローラ、角落し
			修理用ゲート	○	○	○		スライド、角落し
			—————	—————	—————	—————		—————
	大容量放流管形	流量調節	ゲートレス	○	○	△	×	—————
			主ゲート	×	△	○		高圧ラジアル、高圧ローラ、高圧スライド
			予備ゲート					高圧ローラ、高圧スライド
		閉塞	試験湛水用ゲート	△	△	○		
			修理用ゲート					
			—————	—————	—————	—————		—————
	越流形	流量調節	ゲートレス	○	○	△	×	—————
			クレストゲート(越流式)	△	○	○		ダムフラップ、ドラム、ドロップ
			クレストゲート(引上げ式)	×	△	○		ラジアル、ローラ
		閉塞	試験湛水用ゲート	○	○	○		スライド、ローラ、角落し
			修理用ゲート	○	○	○		スライド、角落し
			—————	—————	—————	—————		—————
オリフィス形	流量調節	ゲートレス	○	○	△	×	—————	
		オリフィスゲート	△	○	○		オリフィスラジアル、オリフィスローラ	
		予備ゲート					オリフィスローラ、オリフィススライド	
	閉塞	試験湛水用ゲート	○	○	○			
		修理用ゲート						
		—————	—————	—————	—————		—————	
貯水池維持	流量調節	主ゲート		○	○	高圧スライド、ジェットフロー、ホーゼット、コーンスリーブ、フィクストコーン		
		小容量放流管形(流入数高可動式)	副ゲート		○	△	高圧ローラ、高圧スライド、リングホロ、スルスバルブ	
			修理用ゲート		○	×	高圧ローラ、高圧スライド	
低水放流	閉塞	選択(表面)取水	選択取水ゲート		○	×	直線多段式、半円形多段式、円形多段式、多孔式、連続サイホン式	
		小容量放流管形(流入数高固定式)	流量調節	主ゲート		○	△	高圧スライド、ジェットフロー、リングシール
			流水遮断、閉塞	副ゲート、修理用ゲート		○	△	高圧ローラ、高圧スライド、リングホロ、スルスバルブ
貯水位低下	放流管、オリフィス形	閉塞	仮排水路閉塞用ゲート		○	×	スライド、ローラ	

## (注) 1. 設置目的の区分

- ① ダムの安全を確保するための洪水放流：計画規模を超える洪水時にダムおよび貯水池の安全を確保するために、設計洪水位においてダム設計洪水流量を放流する機能
- ② 洪水調節：サーチャージ水位以下の水位において、ダムの洪水調節計画を満たす放流を行う機能
- ③ 貯水池維持：平常時において、次に示すような貯水位の維持および低下を行う機能
  - a) 常時満水位および洪水期制限水位の維持
  - b) 常時満水位から洪水期制限水位への水位低下
- ④ 低水放流：次の流量を、要求される水質も満たして補給する機能
  - a) 河川の流水の正常な機能を維持するための流量
  - b) かんがい用水、都市用水、発電用水など、利水計画により必要とされる流量
- ⑤ 貯水位低下：堤体、貯水池の点検および保守、初期湛水時における水位制御などのために設けられるものであり、洪水調節を自然調節方式で行うダム等で洪水処理後に貯水位を低下させる必要がある場合にも設置される設備

## 2. ダムの区分

- I：流域面積が 20km<sup>2</sup>程度以下もしくは洪水調節容量の相当雨量が 50mm 程度以下のダム
- II：I 以外で流域面積が 100km<sup>2</sup>程度以下のダム（フィルダムにあっては、流域面積が 200km<sup>2</sup>程度以下のダム）
- III：I および II 以外のダム

## 3. 水門扉の使用区分

- ：使用することができる形式  
 △：場合によっては使用することができる形式  
 ×：使用することが不適当な形式

また、1.2 節における適用対象設備別の機能の整理を表 2.1-2 に示す。

なお、表 2.1-2 に示す「種別・形式」にて「高圧」とされているゲート設備には、設計水深 25m 未満の「低圧」で計画・設計されているゲート設備も含まれている。

表 2.1-2 ダム用ゲート設備および付属施設の機能整理

設備名称 (大分類)	設備名称 (小分類)	種別・形式	機能・目的	治水・利水の別	主・副の別	稼働形態 <sup>(注1)</sup>
洪水処理設備	非常用洪水吐設備	主ゲート(クレストゲート) ・ラジアル ・ローラ等	計画規模をこえる洪水時に、ダムの安全を確保するために洪水を放流する目的で設けられる。	治水	主	待機系
	常用洪水吐設備	主ゲート ・高圧ラジアル ・高圧ローラ ・高圧スライド等	洪水時に、貯水池に流入する流水の水位維持および流量調節を行うことを目的として設けられる。	治水	主	待機系
		予備・副ゲート ・高圧ローラ等	主ゲート整備時に、主ゲートをドライ状態にすること、および放流時に主ゲートにトラブルが生じた際に流路を遮断する目的で設置される。	治水	予備副	待機系
		修理用ゲート ・高圧ローラ ・高圧スライド等	主ゲート、放流管の整備時に管路をドライ状態にする目的で設置される。	その他	修理用	待機系
		放流管 ・鋼製放流管(大容量)	計画最大放流量を、安全にダム下流に流下させる目的で設置される。	治水	—	—

表 2.1-2 ダム用ゲート設備および付属施設の機能整理(続き)

設備名称 (大分類)	設備名称 (小分類)	種別・形式	機能・目的	治水・利水 の別	主・副 の別	稼働 形態 <sup>(注1)</sup>
貯水池維持用放流設備		主ゲート ・ 高圧ラジアル ・ ジェットフロー等	貯水池水位の維持を目的としたダム中段の常時満水位付近に設けられるオリフィス形や小容量放流管形の放流設備である。	治水	主	待機系
		予備・副ゲート ・ 高圧ローラ ・ 高圧スライド等	主ゲート整備時に、主ゲートをドライ状態にすること、および放流時に主ゲートにトラブルが生じた際に流路を遮断する目的で設置される。	治水	予備 副	待機系
		修理用ゲート ・ 高圧ローラ ・ 高圧スライド等	主・副ゲート、放流管の整備時に管路をドライ状態にする目的で設置される。	その他	修理用	待機系
		放流管 ・ 鋼製放流管	計画最大放流量の一部を安全に下流に流下させる目的で設置される。	治水	—	—
低水 放流設備	取水設備	選択（表面）取水設備 ・ 多段式ゲート ・ 多孔式ゲート等	貯水池の表層もしくは任意の層から、利水放流量を取水する目的で設置される。	利水	主	常用系
	小容量 放流設備	主ゲート ・ ジェットフロー ・ 高圧スライド ・ ホロージェット等	利水放流量を調整しながら、ダム下流に安定供給する目的で設置される。	利水	主	常用系
		副ゲート ・ 高圧スライド等	主ゲート整備時に、主ゲートをドライ状態にすること、および放流時に主ゲートにトラブルが生じた際に流路を遮断する目的で設置される。	利水	副	待機系
		修理用ゲート ・ 高圧スライド等	主・副ゲート、放流管の整備時に管路をドライ状態にする目的で設置される。	その他	修理用	待機系
		放流管 ・ 鋼製放流管（小容量）	利水放流量をダム下流に流下させる目的で設置される。	利水	—	—
貯水水位低下用放流設備		主ゲート ・ ジェットフロー ・ 高圧スライド等	堤体や貯水池の点検および保守、初期湛水時の水位制御等の目的でダム底層部に設けられる。	治水	主	待機系
		副ゲート ・ 高圧スライド等	主ゲート整備時に、主ゲートをドライ状態にすること、および放流時に主ゲートにトラブルが生じた際に流路を遮断する目的で設置される。	治水	副	待機系
付属 <sup>(注2)</sup> 施設	係船設備	インクライン式 等	ダム管理用船舶を係留・格納ならびにダム貯水池への昇降を目的に設置される。	その他	—	待機系
	流木止 設備	網場・通船ゲート	塵芥・流木などから施設を保護する目的で設置される。	その他	—	常用系

注 1) 稼働形態は以下に従う。

待機系設備：常時、運転待機状態にある設備

常用系設備：常時、運転状態にある設備

注 2) ダム管理用昇降設備(エレベータ、インクライン、モノレール)、ガントリークレーンの維持管理については、別途法令に準じるものとする。水質保全設備及び堤内排水設備は、ダム・堰施設技術基準(案)に規定されておらず、設備毎に機器構成や仕様が異なることから類型化が難しく、必要に応じて各現場にて適用を検討されたい。

## 2.2 維持管理の基本方針

- 1) ダム用ゲート設備等を良好な状態に維持し、正常な機能と必要な信頼性を確保するため、適切かつ効率的・効果的な維持管理を実施しなければならない。
- 2) ダム用ゲート設備等の維持管理は、当該設備の設置目的、装置、機器等の特性、設置条件、稼働形態、機能的耐用限界等を考慮して内容の最適化に努め、かつ効果的に予防保全と事後保全を使い分け、計画的に実施しなければならない。

### 【解説】

#### (1) ダム用ゲート設備等の維持管理の流れ（サイクル）

一般的なゲート設備等の維持管理の流れ（サイクル）を図 2.2-1 に示す。通常維持管理においては、「実操作」→「点検」→「定常的に実施する整備・修繕」→「実操作」のサイクルを繰り返す。定常的に実施する整備・修繕内容は、点検結果に基づき適宜実施する清掃、給油脂、調整、修理、部品の交換等であり、年度保全計画に含まれる範囲のものである。

経年や運転等による設備の劣化が発生すると、装置・機器単位での整備や更新の必要性が高まってくる。その必要性を評価するため、点検結果及びその他必要な情報を基に健全度評価を実施し、整備・更新等の方策と実施すべき時期を決定していく。

装置・機器の整備・更新等は、中長期で計画的に実施すべきものであることから、まずは時間計画保全で維持管理計画を立案し、実施の決定は前述のとおり健全度評価によって精査するものとする。

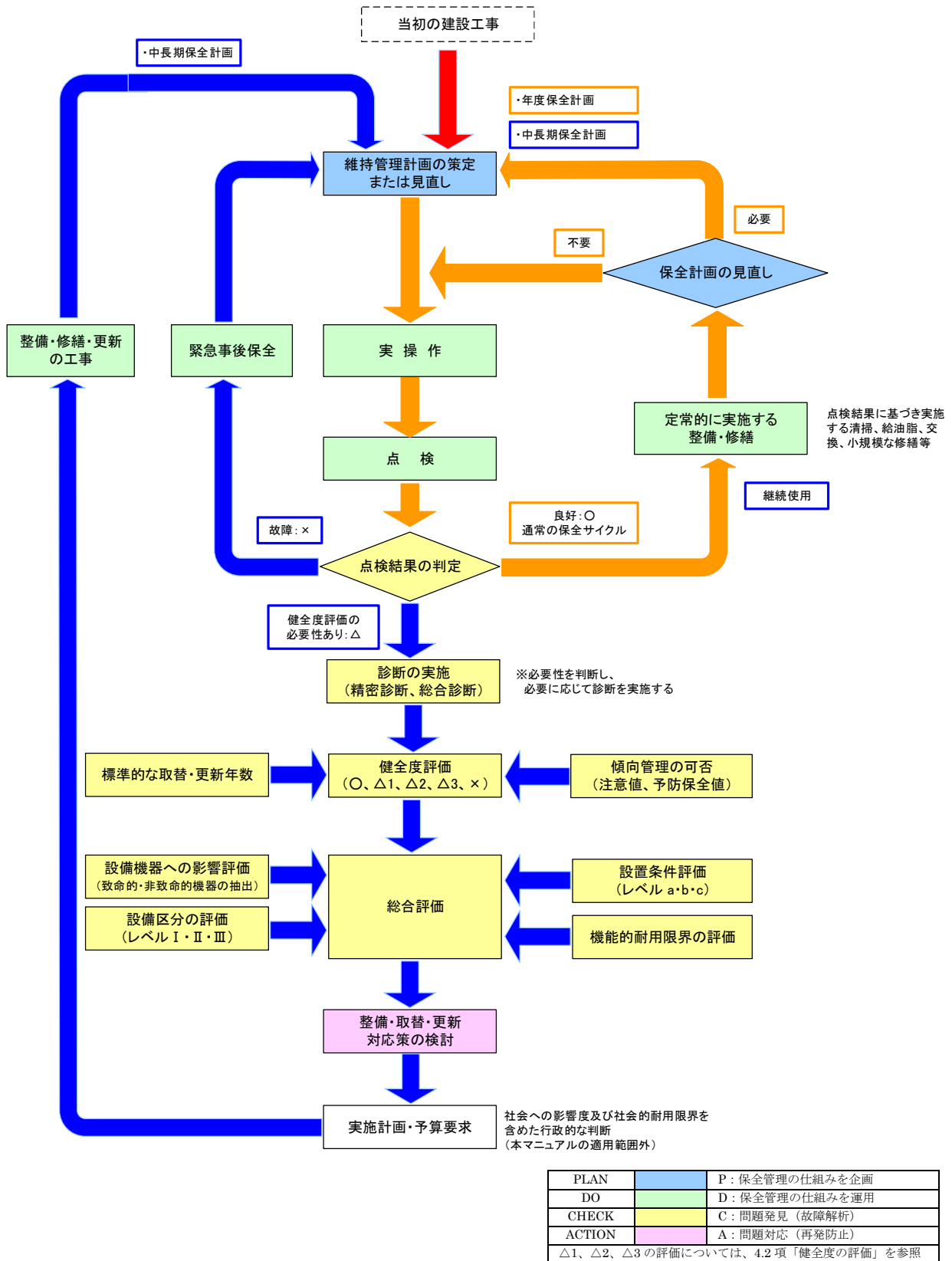


図 2.2-1 ゲート設備等の維持管理の流れ(サイクル)



## (2) 効率的・効果的な維持管理

効率的・効果的な維持管理とは、全ての装置・機器等を画一的に維持管理するものではなく、当該ゲート設備の設置目的（設備区分レベル）、装置・機器等の特性、設置条件等を反映した最適な維持管理内容を適用することにより、設備に求められる機能と信頼性を確保することである。

効率的・効果的な維持管理を実現するためには、通常維持管理サイクルの合理化を図るだけでなく、維持管理費に占める割合の高い整備及び更新を妥当な時期に実施することが重要である。よって、施設毎に点検・整備・更新等に関する「維持管理計画」を策定し、整備・更新の実施の際には、対象設備・装置あるいは構成機器等の健全度評価を実施して優先度を評価するものとする。また、その結果によって、維持管理計画を見直していく必要がある。

維持管理の実施に際しては、図 2.2-2 に示すとおり、設備区分レベルや装置・機器特性に適った点検の種類（年点検・月点検）、周期、項目を定めて適確な点検を行うものとする。

通常維持管理サイクルの点検においては、設備の状態を、○（良好）、△（異常傾向有り）、×（故障あるいは機能が低下している状態）に区分して判定するとともに、適切な保全措置をとる必要がある。評価において△となった機器、あるいは維持管理計画に、整備・更新が近づいている機器については、必要に応じて健全度評価を実施するものとし、その結果に基づいて整備・更新の優先度を評価する。

以下にそれぞれの評価の概要を述べる。

### 1) 設備区分の評価（第 2 章 2.3 参照）

設備区分とは、ゲート設備の機能・目的による区分である。設備・機器が何らかの故障によりその機能・目的を失った場合を想定し、その影響が及ぶ範疇による区分とする。設備区分レベルが高いほど、保全の実施が優先されるものとする。

### 2) 健全度の評価（第 4 章 4.2 参照）

「健全度」とは、設備の稼働及び経年に伴い発生する材料の物理的劣化や、装置・機器等の性能低下・故障率の増加などの健全性を示す指標であり、健全度評価は、健全度を用いて保全の優先順位を評価するものである。したがって、現状の健全性だけでなく、対象となる装置・機器等の重要度や、今後の劣化要因となる設置条件に関しても総合的に勘案する必要がある。

健全度評価は、①点検結果に基づく異常の有無等の評価、②劣化の状況及び原因の特定、今後の運用に関する適用性を評価する診断、③取替・更新の標準年数による評価、④装置・機器の特性（重要度・影響度）評価、⑤設置条件の評価により行うものとする。

## 3) 設置条件の評価（第4章4.3参照）

設置条件による区分とは、ゲート設備の使用条件・環境条件等の評価し、設置条件別に分類するもので、整備・更新の優先度の評価に考慮すべきものである。設置条件レベルが高いほど、保全の実施が優先されるものとする。

## 4) 機能的耐用限界の評価（第4章4.4参照）

設備の経年劣化あるいは運用条件の変化に伴い、設備機能の改善が必要と認められる場合、機能的耐用限界を評価する。

## 5) 総合評価（第4章4.5参照）

総合評価とは、整備・更新実施にあたって、健全度評価結果に設備区分レベル、設置条件、設置からの経過年数等も考慮し実施の優先度を総合的に評価するものである。

## 6) 維持管理計画（第6章参照）

維持管理計画とは、設備毎に保全に関わる基本的事項を内容とした中長期計画と、各年度に実施する年度保全計画を作成し、設備毎の点検・整備・更新について計画するものである。

## 7) 今後の改善

今後の維持管理を効率的かつ効果的に実施していくためには、以下のような改善を継続して推進することが望まれる。

- 故障に対する原因の解析と、解析に基づく傾向管理手法及び設計面の改善
- 設備・機器毎の特性を考慮した点検、診断方法の内容及び頻度の設定

効率的な維持管理方策の考え方

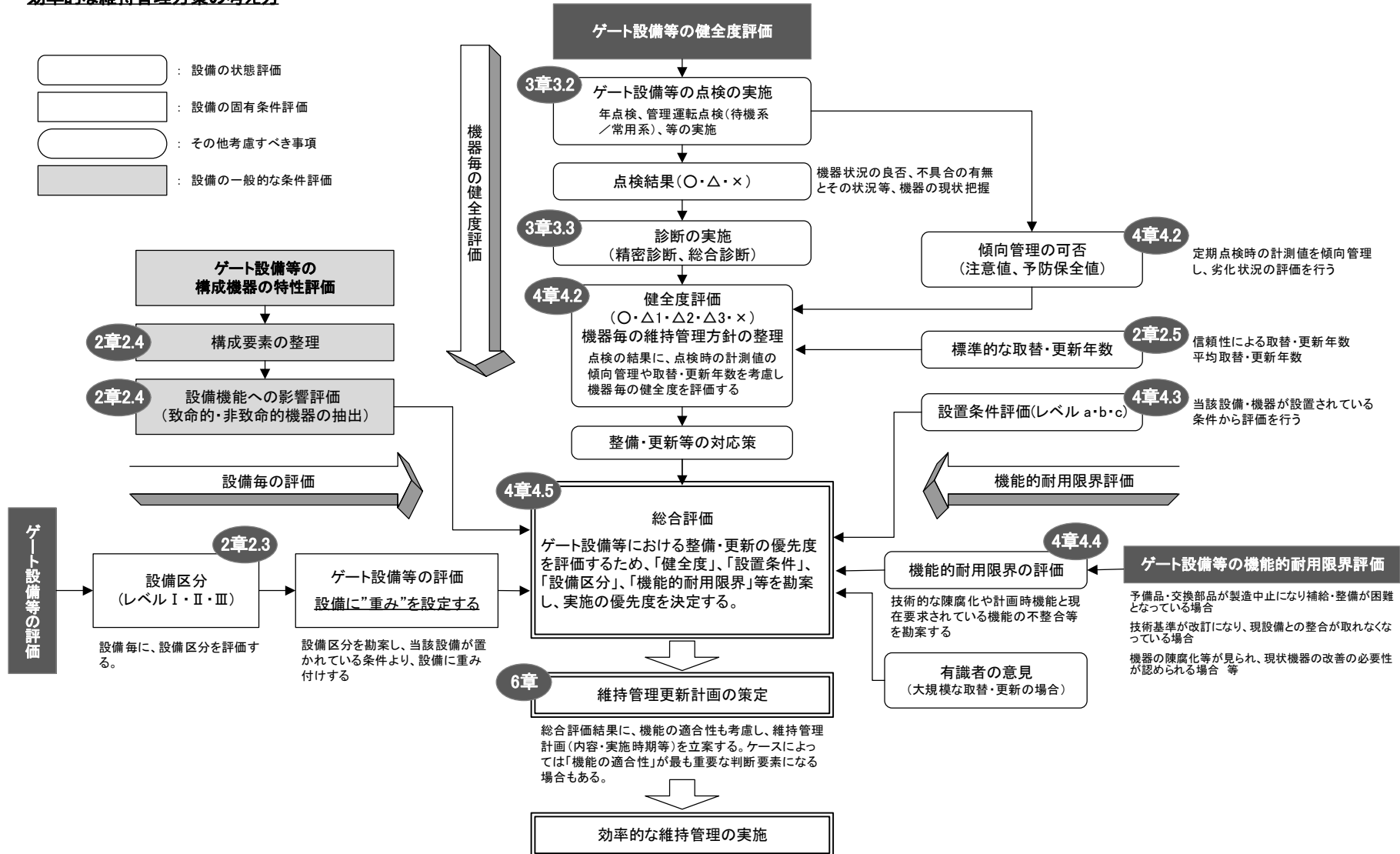


図 2.2-2 効率的な維持管理の考え方

### (3) 保全方式の使い分け

保全とは、信頼性用語として「常に使用及び運用可能状態に維持し、又は故障、欠点などを回復するための全ての処置及び活動」と定義され、本マニュアルにおける設備の維持管理とほぼ同じ概念である。保全方式としては予防保全と事後保全に大別される。

JIS Z 8115 : 2000「ディペンダビリティ（信頼性）用語」では、以下のとおり分類している。

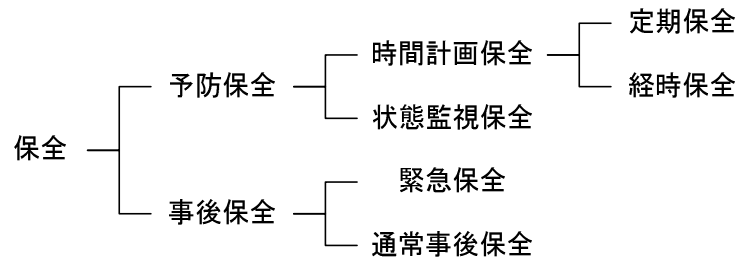


図 2.2-3 保全の分類 (JIS Z 8115 : 2000「ディペンダビリティ（信頼性）用語」)

#### 1) 予防保全の考え方

予防保全とは、故障を未然に防止するために実施する保全をいう。

時間計画保全は、予定の時間計画（スケジュール）に基づく予防保全の総称で、予定の時間間隔で行う定期保全と、設備や機器が予定の累積稼働時間に達した時に行う経時保全に大別される。計画的に実施する定期点検（年点検・月点検）や定期整備（定期的な整備・取替・更新等）は時間計画保全に含まれる。

状態監視保全とは、設備を使用中の作動確認、劣化傾向の検出等により故障に至る経過の記録及び追跡等の目的で、作動値及び傾向を監視して予防保全を実施することをいう。

通常、状態監視保全は、センサや計測機器を用いたオンラインモニタリングのように、常時、状態を監視するような保全方法をイメージさせることが多いが、本マニュアルにおいては、定期点検における劣化傾向の把握（傾向管理）も状態監視保全に含めるものとする。

状態監視保全を行うためには、定量的あるいは定性的な点検情報が必要であり、また、状態の良否を判定あるいは健全度を診断するための知見が必要となる。

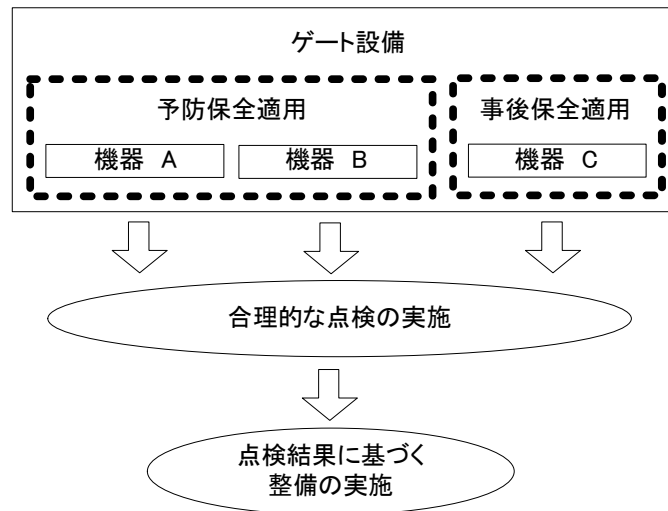


図 2.2-4 保全の実施

## 2) 事後保全の考え方

事後保全とは、故障した設備、装置、機器、部品の機能を復旧するための保全をいう。通常事後保全と緊急事後保全に分類される。

通常事後保全とは、予防保全の対象となっていない非致命的機器の故障に対する処置をいい、緊急事後保全とは、予防保全の対象となっている致命的機器の故障に対する処置をいう。

## (4) 今後の課題

### 1) 経年的な劣化による不具合事象に対する技術開発の推進

ダム用ゲート設備等について、経年的な劣化に伴い起こるであろう不具合事象を関係者間で情報共有するとともに、今後の研究課題として一層の技術開発に取り組んでいく必要がある。

例) ラジアルゲートアンカレッジ（埋設部）の劣化状態の把握と対策

堤体に埋設される放流管、整流管及び戸当り金物等の経年劣化に対する対策

高圧ラジアルゲートの油圧シリンダ等の堤外搬出が困難な機器の更新工事に対する対策、等

## 2) ダム用ゲート設備等の置かれている環境変化への対応

ダム貯水池の堆積土砂・流木・水質等の環境の変化に対し、土木構造物、機械設備及び電気通信設備等の施設管理者が連携して、予見されるリスクを共有すべきである。

特に堆砂位の上昇に伴い、沈木、木根、転石を含んだ土砂は、放流設備の機能に支障を来たすリスクも想定される。

なお、洪水調節中に流木等が詰まり、開閉不能となった事例がある。

## 2.3 設備区分の評価

- 1) ダム用ゲート設備等の機能・設置目的により、設備を区分する。
- 2) 設備区分は、設備が故障した場合の影響が及ぶ範囲、程度によって以下のとおりレベル分けする。

設備区分	内容	
レベルⅠ 高	設備が故障し機能を失った場合、国民の生命・財産並びに社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある設備	当該ダムの洪水調節及び水位低下に含まれている設備 治水設備および治水要素のある利水設備
レベルⅡ 中	設備が故障し機能を失った場合、国民の財産並びに社会経済活動に影響を及ぼすおそれのある設備	当該ダムの洪水調節に含まれていない設備 利水設備
レベルⅢ 低	設備が故障し機能を失った場合、社会経済活動への影響を及ぼすおそれの少ない設備	付属施設等、その他設備

(注1) レベル分けは、地域や対象設備の状況を勘案し、柔軟な対応が可能なものとする。

(注2) レベルⅢへ分類される設備については、当該設備における国民の生活や資産、社会経済活動への影響度合を、各現場において評価・判断し分類を決定する。

### 【解説】

#### (1) 評価・分類の考え方

設備区分は、設備の機能、目的によって適用すべき保全方式や点検・整備の内容を決定するため、設備が何らかの故障によりその機能・目的を失った場合を想定し、その影響が及ぶ範囲、程度によってレベル分けする。

##### 1) レベルⅠ

レベルⅠに属する設備は治水設備を基本とする。治水事業とは、洪水によって起こる災害から河川の周辺に住む人々や財産を守ることであり、通常、そのために設置されるダム、堤防、護岸、ゲート等を治水施設・設備という。

また、フィルダムで緊急的に水位低下を行う目的で設置されるゲート設備は、レベルⅠに分類する。

国民の生命・財産に影響を及ぼす場合とは、洪水災害を引き起こし、浸水被害により国民の生命・財産を災害にさらし、交通手段やライフラインを機能停止させることによ

り、社会経済活動にも大きな打撃を与える場合を想定している。この場合、最も影響度合が大きいものとしてレベルⅠに区分する。

レベルⅠに区分される設備については、その重要性を考慮し、現状の信頼性は必ず維持するものとし、維持管理の合理化により信頼性を低下させることが無いよう十分に留意しなければならない。

例えば、取水設備は基本的には利水施設であるが、ダムによっては洪水期前に貯水池の水位低下を目的とした放流の機能が不可欠である。それが機能しない場合、台風や大雨等による増水を貯留できず、洪水を引き起こす可能性がある。よって利水施設でも治水要素が含まれているものは、治水施設・設備（レベルⅠ）として扱うことが必要である。

ダムにおいて、当該ダムの洪水調節計画に含まれている設備ならば、治水設備および治水要素のある設備と判断できる。

## 2) レベルⅡ

レベルⅡに属する設備は利水設備を基本とする。利水事業とは、河川の流水を生活用水や農業用水、工業用水、発電等に利用することであり、通常、そのために設置されるダム、水路、ゲート等を利水施設・設備という。

水利用事業者への直接的な影響並びに社会経済活動に影響を及ぼす場合とは、これら利用者への水供給が停止してしまい断水被害を引き起こす場合である。この場合を中程度の影響度合としてレベルⅡに区分する。ただし、治水機能の無い施設・設備でなければならない。

また、河川の流水には、水質の保全、舟運のための水位保持、河口の埋塞防止、水生動植物の生存繁殖、景観の保全等の機能があり、これら機能を維持するための水量確保（流水の正常な機能維持）も利水目的と同様と考える。よってこれらの機能を維持している設備についてもレベルⅡに属するものとする。ダムにおいては、当該ダムの洪水調節計画に含まれていない設備ならば、純粋な利水設備と判断できる。

設備区分に際しての注意事項として、利水設備であってもその故障により社会経済的に重大な影響を与える場合があれば、当該設備をレベルⅠに分類することが必要な場合もある。

## 3) レベルⅢ

設備が故障し機能を失った場合に、維持管理業務への影響が生じるものの、社会経済活動には影響を及ぼす恐れのない場合とは、当該設備の故障に起因する影響が、管理者内部に留まり、国民の生活や資産、社会経済活動に直接的に影響を与えない場合であ



り、最も影響度合が低い設備としてレベルⅢに区分する。ダムの附属施設等が該当する。

(2) 設備区分の優先度と基本対応

上記、設備区分レベルにおける優先度と基本的な保全方式は以下のとおりとする。

設備区分別優先度:	<u>レベルⅠ</u>	>	<u>レベルⅡ</u>	>	<u>レベルⅢ</u>
基本的対応:	(予防保全)		(予防保全)		(事後保全)

複数の設備間の整備・更新の優先度を検討する際は、設備区分レベルを最優先し（レベルⅠ・Ⅱ・Ⅲの順）、さらに優先度を整理する場合は、基本的に各設備区分レベルは重複せず、同一レベルの設備同士で評価・検討を行うものとするが、地域や対象設備の状況に伴い、柔軟な対応が可能なものとする。

維持更新の基本的対応として、レベルⅠ及びレベルⅡは予防保全を主体とするが、レベルⅢは事後保全対応を基本とする。ただし、レベルⅠ及びレベルⅡに該当する設備においても、機器毎には設備機能へ致命的な影響を及ぼすものとするが、基本は予防保全であるが、個々の機器別には予防保全対応・事後保全対応の両者が混在する。

上記優先順位を考慮したダム用ゲート設備等の設備区分事例を表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 ダム用ゲート設備等の分類例

設備区分	内 容	設備名称	種別	維持管理水準の大枠
レベルⅠ 高  当該ダムの洪水調節及び水位低下に含まれている設備 治水設備および治水要素のある利水設備	設備が故障し機能を失った場合、国民の生命・財産並びに社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある設備	非常用洪水吐設備	主ゲート	予防保全  現状の信頼性を低下させることが無いよう十分留意する。
		常用洪水吐設備	主ゲート	
			予備・副ゲート <sup>(注1)</sup>	
		貯水池維持用放流設備 貯水位低下用放流設備	主ゲート 予備・副ゲート <sup>(注1)</sup>	
		放流管		
レベルⅡ 中  当該ダムの洪水調節に含まれていない設備 利水設備	設備が故障し機能を失った場合、国民の財産並びに社会経済活動に影響を及ぼすおそれのある設備	取水設備	取水ゲート	予防保全
		小容量放流設備	主ゲート	
			副ゲート <sup>(注1)</sup>	
		放流管		
レベルⅢ 低  附属施設 その他設備	設備が故障し機能を失った場合、社会経済活動への影響を及ぼすおそれの少ない設備	常用洪水吐設備	修理用ゲート	事後保全
		貯水池維持用放流設備	修理用ゲート	
		小容量放流設備	修理用ゲート	
		附属施設	係船設備	
			流木止設備	

注 1) 各放流設備の予備・副ゲートは、その機能として主ゲート故障時の流水遮断機能が付与されていることから、主ゲートの代替機能を有していると判断し、主ゲートと同等の扱いとした（同レベルに分類）。

注 2) 上記はあくまで維持管理水準の適用の考え方を示したものであり一般的な事例である。現有設備の全てが上記のいずれかに該当するものではない。各現場にて管理している設備の機能・目的をよく勘案の上、個別に検討する必要がある。

## 2.4 装置・機器等の特性

ダム用ゲート設備等の構成要素を系統的に整理し、装置・機器等が設備全体機能に及ぼす影響度等の特性を把握するものとする。

### 【解説】

#### (1) ダム用ゲート設備等の構成要素

ダム用ゲート設備等の構成要素の一般的な事例として、以下のゲート形式・開閉装置形式を組み合わせた事例を図 2.4-1～図 2.4-3 に示す。機能保全の評価単位は、これら図中における機器・部品であり、健全度、維持更新検討の基本単位も機器・部品とする。

	設備名	ゲート形式	開閉装置形式
図 2.4-1	非常用洪水吐設備	ローラゲート	ワイヤロープウインチ式開閉装置
図 2.4-2	常用洪水吐設備	高圧ラジアルゲート	油圧シリンダ式開閉装置
図 2.4-3	小容量放流設備	ジェットフローゲート	電動スピンドル式開閉装置

なお、図 2.4-1～図 2.4-3 はあくまで一般的なものを想定しており、ゲートの機能・目的や地域により、図の内容と対象ゲート設備の構成要素は同一ではない。よって各管理者は、図を参考とし、自らが管理するゲート設備毎に構成要素を系統的に整理・把握しなければならない。図 2.4-1～図 2.4-3 に記載の無い機器・部品等についても、現場の機器構成に応じて管理者が判断し整理・把握することが必要である。

また、管理するゲート設備等は、戸当り金物やアンカレッジ及びアンカボルト等の機械設備と土木構造物及び電気通信設備の取り付け部が存在するため、関係者が連携して漏れのないように設備の保全に当る必要がある。

機器・部品の二重化は、万一の故障による設備全体の機能不全を回避するためであり、二重化された機器・部品の致命的・非致命的機器の設定にあたっては、その重要度から予備についても、主と同様とし、致命的機器として扱うものとする。

#### (2) 致命的機器の抽出

図 2.4-1～図 2.4-3 では、ゲート設備の FMEA 解析（故障モード影響解析）及び FT 図（故障木図）に基づき抽出・整理された設備機能に致命的な影響を与える機器・部品を“網掛け”にて示した。致命的な影響を与える機器・部品とは、通常操作時において故障が発生した場合に、ゲートの必要機能を確保できなくなる機器・部品のことをいう。

なお、図 2.4-1～図 2.4-3 は標準的な例を示したものであり、個々のゲートの機能・目的によっては異なってくる場合があると考えられる。実際には各ゲートの管理者が、担当設備の機能・目的を勘案しながら、構成要素の特性に合せた整理・抽出を行う必要がある。

また、付属施設についても操作上致命的になる機器や、管理上非常に重要となるものもあると思われる。現場毎に管理者が判断し整理・把握することが必要である。

### (3) 致命的機器抽出の留意事項

一般的に FMEA 解析では故障モードの発生頻度を考慮しながら解析を進めるが、河川用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル(案)(国土交通省 平成 20 年 3 月)検討時と基本思想を統一し、以下の理由により発生頻度を考慮せずに、設備機能への影響のみを評価し致命度を決定する。

- ダム用ゲート設備等は国民の安全を保証する施設であり、故障の発生頻度は考慮せず、機能が停止してしまう致命的故障そのものを引き起こさないよう、安全側の解析を実施する。
- 取替・更新の合理化を考慮し、摩耗故障期における故障率(取替・更新実施率)の変化点(立上り時期 10%・ピーク時 50%)を取替・更新年数とする。

表 2.3-2 はゲート形式及び開閉装置形式の一般例を示しており、次頁に代表的なゲート形式及び開閉装置形式を FMEA 及び FT 図により、機器毎に致命・非致命的機器・部品に整理した構成要素分解図を示す。巻末の「参考資料」に、その他のゲート形式及び開閉装置形式についても一般例を示しているため、各現場にて各設備の特性等を踏まえた構成要素分解図の作成の参考とされたい。(次頁より、代表的な 3 設備(表 2.3-2※を参照)の構成要素分解図を示す。)

表 2.3-2 ゲート形式及び開閉装置形式の例

設備名	参考資料 番号	ゲート形式・装置名	開閉装置名	
非常用洪水吐設備	1	ラジアルゲート	ワイヤロープウインチ式	
	2	ラジアルゲート	油圧シリンダ式	
	3	ローラゲート	ワイヤロープウインチ式	※
常用洪水吐設備	4	高圧ラジアルゲート	油圧シリンダ式	※
	5	高圧ローラゲート	油圧シリンダ式	
	6	高圧スライドゲート	油圧シリンダ式	
小容量放流設備 (利水放流) (貯水位低下) (主/副)	7	高圧スライドゲート	スピンドル式	
	8	高圧スライドゲート	油圧シリンダ式	
	9	ジェットフローゲート	スピンドル式	※
	10	ジェットフローゲート	油圧シリンダ式	
	11	ホロージェットバルブ	スピンドル式	
	12	ホロージェットバルブ	油圧シリンダ式	
	13	コーンスリーブバルブ	スピンドル式	
取水設備	14	フィクストコーンバルブ	スピンドル式	
	15	直線多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式	
	16	連続サイホン式取水設備	エアロック式	
	17	半円形多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式	
	18	円形多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式	
予備ゲート 修理用ゲート	20	高圧ローラゲート	ワイヤロープウインチ式	
修理用ゲート	21	高圧スライドゲート	ワイヤロープウインチ式	
共通 (制御機器)	22	機側操作盤	—	

表 2.3-2 に示す「ゲート形式」にて「高圧」とされているゲート設備には、設計水深 25m 未満の「低圧」で計画・設計されているゲート設備も含まれている。

ゲート設備構成要素分解図(致命的機器の抽出)

ローラゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が「取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

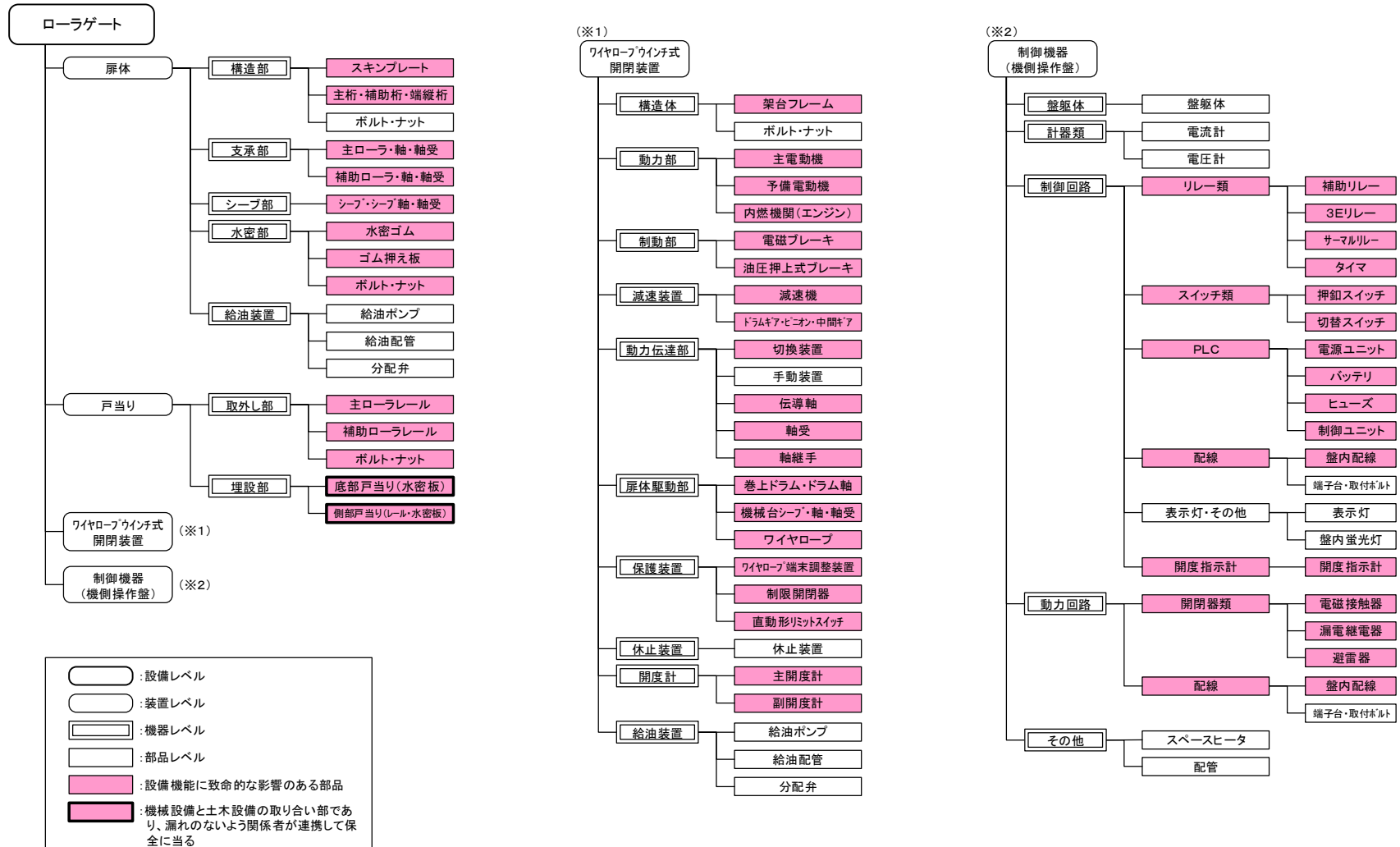
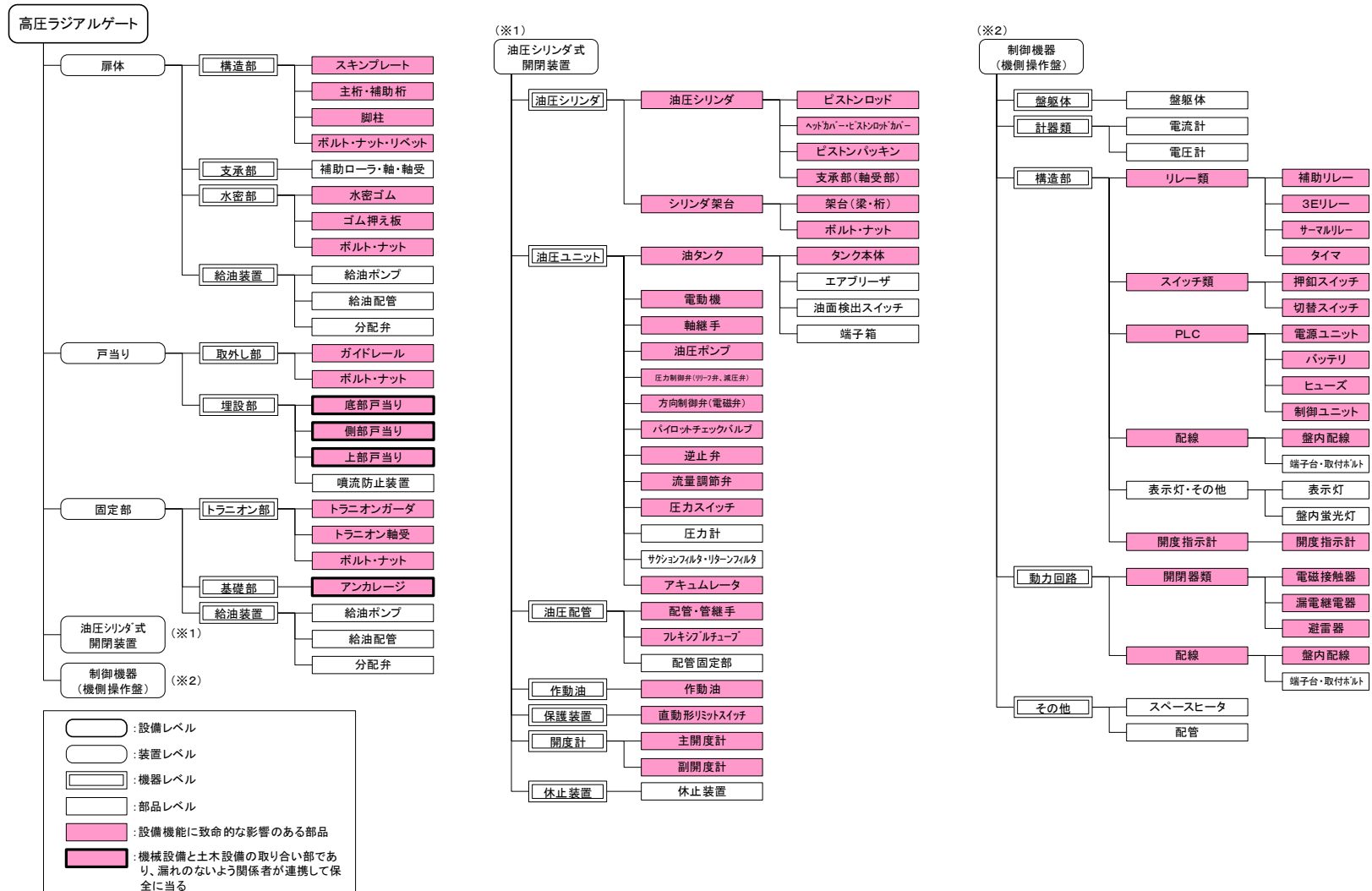


図 2.4-1 ダム用ゲート設備等構成要素例(ローラゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置)

ゲート設備構成要素分解図(致命的機器の抽出)

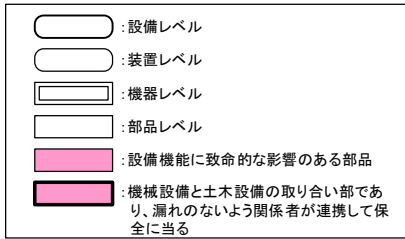
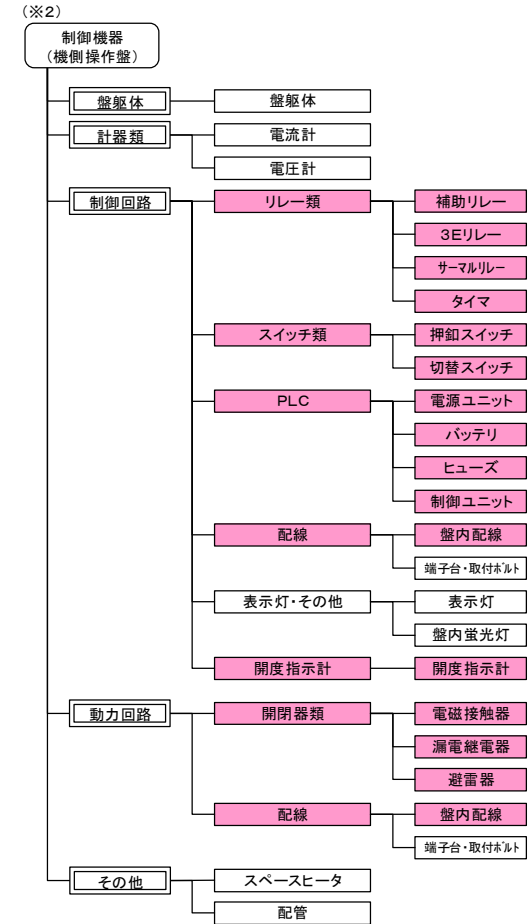
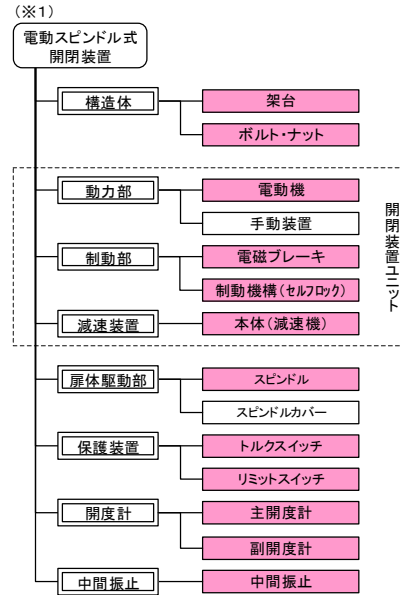
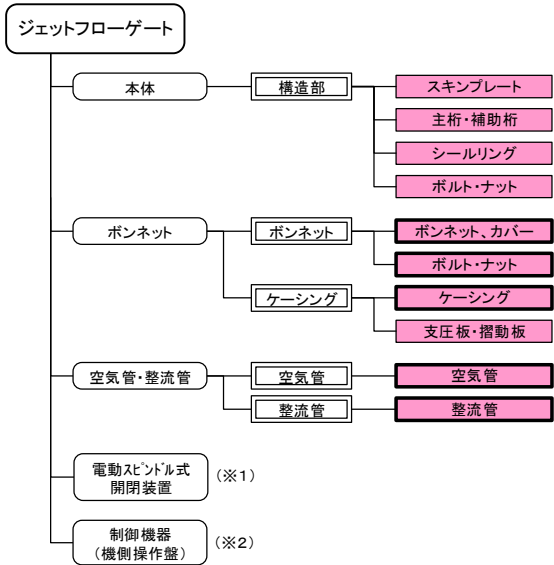
高圧ラジアルゲート/油圧シリンダ式開閉装置



注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

ゲート設備構成要素分解図(致命的機器の抽出)

ジェットフローゲート／電動スピンドル式開閉装置



注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上がり時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

図 2.4-3 ダム用ゲート設備等構成要素例(ジェットフローゲート／電動スピンドル式開閉装置)



## 2.5 装置・機器の取替・更新年数

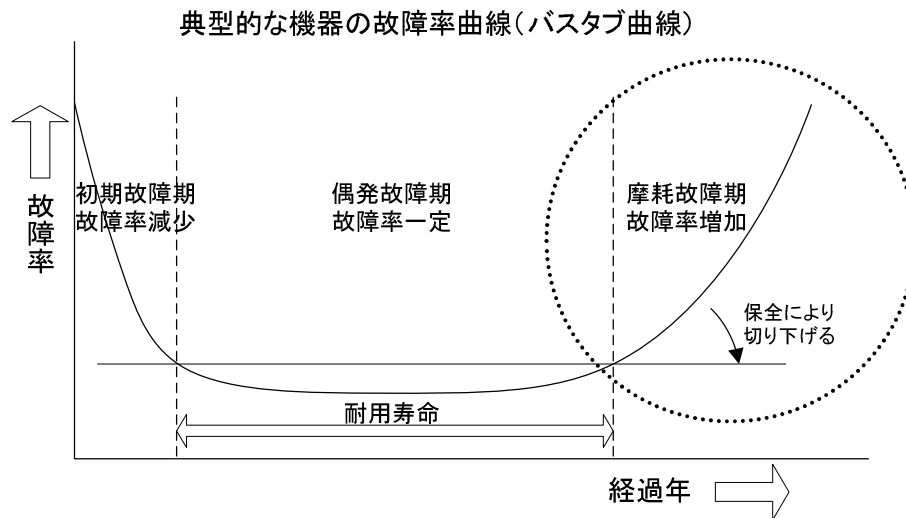
ダム用ゲート設備等の維持管理記録等に基づき、装置・機器毎の取替・更新の標準年数について整理し、設備の予防保全の参考とするものとする。

### 【解説】

#### (1) 装置・機器の取替・更新年数の考え方

装置・機器の予防保全による計画的かつ効率的な維持管理を検討する上で、装置・機器毎の目安となるべき取替・更新の標準年数の設定は不可欠である。特に致命的機器かつ状態監視（傾向管理）が難しい装置・機器においては、設備の信頼性を維持するために定期的な取替・更新を実施することが必要となる。

図 2.5-1 はバスタブ曲線と故障率のパターンを示したものである。バスタブ曲線とは、装置・機器の故障率の推移を概念的に表す曲線であり、設置当初に初期不良が多発した後、ごく稀にしか故障しない安定した時期を迎え、最後には摩耗して再び故障が多発する過程を、横軸に時間、縦軸を故障率として表したものである。



ここで、取替年数とは要求される信頼性を満足できなくなる年数であり、突発的な故障によるケースを除けば、取替・更新は基本的に摩耗故障期（故障率が増加する時期）における処置と言える。

定常的な保全サイクルにおいては、点検の結果に応じて清掃・給油脂・小規模な部品の取替及び修繕を実施することにより、可能な限り故障率を低下させ信頼性の確保を図っている。

しかし、使用年数の経過とともに故障の発生リスクは増大し、定常的な保全サイクルでは要求される信頼性のレベルを担保できなくなる状態に至る。本マニュアルではその標準的な

年数を「取替・更新の標準年数」という。取替・更新の標準年数は過去の実績に基づく数値であり、当該年数に至る場合必ず取替や更新を実施しなければならないというものではないが、致命的機器かつ状態監視（傾向管理）が難しい機器においては、設備の信頼性を維持するために時間計画保全を実施する判断指標となる。

## (2) 標準年数の定義

取替・更新の標準年数は、過去の実績値に基づき統計的に算定される数値である。また、状態監視保全適用機器に関しては、健全度評価による実施時期の判断が必要であることに鑑み、本マニュアルでは「信頼性による取替・更新の標準年数」を示す。本来健全度評価は、点検の結果、必要に応じて実施するものであるが、定常的な保全サイクルでは劣化傾向が見られていなくても、ある年数を経過した場合は、健全度評価の実施を行うことが望ましい。よって、標準年数の定義は表 2.5-1 のとおりとする。

表 2.5-1 標準年数の定義

標準年数	内 容
信頼性による 取替・更新の標準年数	信頼性確保の観点から、一層注意して健全度を見極めるべき使用年数
平均の取替・更新の 標準年数	時間計画保全の指標となる使用年数

上記定義を、具体的に取替・更新実施率（不良率）の分布で示すと、図 2.5-2 のとおり図示できる。

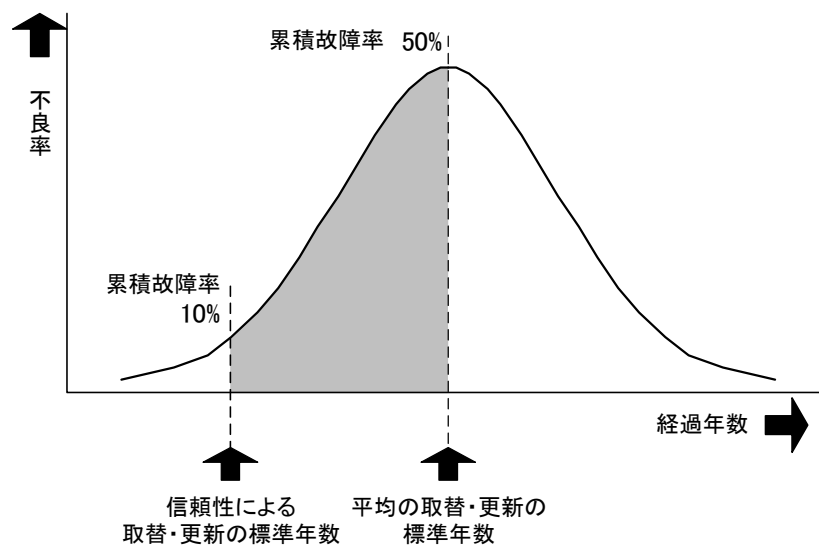


図 2.5-2 取替・更新の実施分布における取替・更新年数の位置付

### (3) 標準年数の設定方法

#### 1) 信頼性による取替・更新の標準年数

本マニュアルにおいては、過去の取替・更新実績データ及び稼動中装置・機器の経過年実績データを集計し、セーフライフ設計の考え方<sup>(注)</sup>を参考として、累積ハザード法における累積不良率が10%を超えた時点をも“信頼性による取替・更新の標準年数”としている。

(注) セーフライフ設計 (安全寿命設計)

1950年代に発生した航空機事故の反省より登場した航空機の設計思想の一つ。設計寿命内においては磨耗・疲労劣化による故障・破壊が起こらないように設計し、それらを実物大模型の実験・試験等で確認する。フェイルセーフ思想(たとえ部材や機械が破損・故障しようとも安全性だけは確保するという思想)が優位を占める現在でも、特定の部分(着陸装置等)についてはセーフライフに則って設計を行なっている。(航空実用事典参照)

セーフライフ構造 Safe-Life Structure

フェイルセーフ構造にすることが困難な脚支柱とかエンジン・マウント等に適用されてきた構造設計概念であり、その部品が受ける終局荷重、疲労荷重、あるいは使用環境による劣化に対して十分余裕のある強度を持たせる設計を行い、試験による強度解析によりその強度を保証する。これにより、その部品の生涯にわたる安全性を確認することになる。

(航空工学講座 p.9 2007.3 日本航空技術協会 編 日本航空技術協会)

#### 2) 平均の取替・更新の標準年数

上記1)と同様に、過去の取替・更新実績データ及び稼動中装置・機器の経過年実績データを集計し、平均寿命の予測値として累積ハザード法における累積不良率が50%に達した年数を“平均取替・更新年数”としている。

#### 3) 実績データによる標準年数

本マニュアル策定時点での実績データを統計解析して得られた結果を表2.5-2に示す。これらはいくまで現時点における暫定値であり、将来的にはさらなるデータ収集・蓄積及び解析により見直されていくべきものである。

表2.5-2の数値は、全国の装置・機器の“実績の平均値”であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接的に表すものではなく、目安として用いられるべきものである。維持管理計画の策定にあたって、信頼性による取替年数は専門技術者による装置・機器の精密診断もしくは分解整備等実施判断のきっかけとすべき年数であり、平均取替年数は装置・機器の取替・更新を考える年数である。

よって、個々の装置・機器は、点検により状態監視を行い、その結果より整備・更新の評価を行い、整備・取替・更新を行うものである。

ただし、リレー等の電気部品等は致命的ではあるが、他の主要機器に比して安価であり、取替が容易かつ予備品としての確保が容易であるため、予備品として確実に確保し即時対応が可能な体制を実現することにより、事後保全対応による延命化も可能である。

表 2.5-2 取替・更新の標準年数

装置・機器		種別	信頼性による 取替・更新の標準年数	平均の 取替・更新の標準年数	
ゲート扉体	扉体構造部		更新	56年	101年
	主ローラ	ローラ	取替	33年	61年
		ローラ軸	取替	35年	63年
		軸受メタル	取替	25年(常用) 31年(待機)	45年(常用) 58年(待機)
	補助ローラ		取替	24年	49年
	扉体シーブ		取替	40年	83年
	水密ゴム		取替	(6年) <sup>注1)</sup>	(16年) <sup>注1)</sup>
ワイヤロープウインチ式開閉装置	開閉装置全体		更新	37年	71年
	主電動機		取替	17年	34年
	電磁ブレーキ		取替	27年	50年
	油圧押し式ブレーキ		取替	27年	45年
	切換装置		取替	31年	52年
	減速機		取替	23年	43年
	開放歯車		取替	31年	58年
	機械台シーブ		取替	34年	63年
	軸受		取替	29年	58年
	軸継手		取替	22年	41年
	ワイヤロープ		取替	8年(常用) 8年(待機)	18年(常用) 24年(待機)
	ワイヤロープ端末調整装置		取替	23年	52年
開閉装置 油圧式	油圧シリンダ本体		取替	34年	56年
	油圧ユニット本体		取替	17年	28年
制御機器	制限開閉器		取替	26年	49年
	リミットスイッチ		取替	(14年) <sup>注1)</sup>	(45年) <sup>注1)</sup>
	開度計		取替	19年	42年
	機側操作盤一式		更新	13年	25年
	機側操作盤 リレー類		取替	(14年) <sup>注1)</sup>	(27年) <sup>注1)</sup>
	機側操作盤 開閉器類		取替	(13年) <sup>注1)</sup>	(27年) <sup>注1)</sup>
設備 付属	インクライン式係船設備		更新	29年	53年
	流木止設備(網場)		更新	20年	39年

注1) (〇〇年)は参考値とする。

注2) 表中の数値は、実績データから解析した暫定値であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接的に表すものではなく、あくまで目安である。

注3) 信頼性による取替・更新の標準年数は、この時期から一層注意して傾向管理等を行い、健全度を見極めるべき年数である。

注4) 平均の取替更新の標準年数は、維持管理において取替・更新を計画する年数である。ただし、実際の修繕・取替えのタイミングは健全度評価に基づいて行う。

## 4) 取替・更新の標準年数に関わる留意事項

表 2.5-2 の数値は、様々な設置条件、稼働条件にある機器等の平均的な値であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接示すものではなく目安として用いられるべきものである。

機器の使用年数が信頼性による取替・更新の標準年数に達した場合は、専門技術者による精密診断あるいは総合診断を実施することが望ましい。

また、以下に表 2.5-2 において括弧書きにし、参考値とした機器・部品の考え方を示す。

- ① 水密ゴムの解析値は、突発的な故障等により取替えられている傾向が見られるため、参考値として取り扱う。水密ゴムは、流下物の衝突等、突発的に生じる損傷等により取替えられている事例が多く予防保全は適切でないこと、かつ状態（漏水状態）を監視できる設備が多いことが、要因と考えられる。
- ② リミットスイッチの解析値も、水密ゴム同様、突発的な故障等により取替えられている傾向が見られることから参考値として取り扱う。
- ③ リレー類、開閉器類、スイッチ類の解析値は、開閉装置もしくは機側操作盤の更新実績年数と同じ傾向が見られることから参考値として取り扱う。

なお、リミットスイッチ、リレー類、開閉器類、スイッチ類等の電気部品は、致命的部品ではあるが高価な部品ではなく、取替が容易かつ予備品として確保が容易であり、予備品として保有し即時対応が可能な体制を実現することにより、事後保全対応とすることも可能である。

予備品としての備蓄量は、機側操作盤の更新年数を考慮する等、全体システムとのバランスを考慮した数量の確保が望ましい。

また、PLC は標準的な取替・更新年数の対象としていないが、PLC の特性を踏まえ、メーカーの製造中止年、修理補償期間等に注視した管理を行い、併せて、プログラムのバックアップ等の保全整備方法に留意する必要がある。

## 第3章 点検

### 3.1 点検の基本

- 1) 点検は、ダム用ゲート設備等の基本的な維持管理活動として、設備の機能を維持し信頼性を確保することを目的に計画的かつ確実に実施する。
- 2) 点検は、定期点検、運転時点検、臨時点検に区分し、法令に係る点検も含めて実施する。
- 3) 定期点検は、月点検（管理運転点検、目視点検）及び年点検とする。

#### 【解説】

#### (1) 点検の基本

点検とは、設備の損傷又は異常の発見、機能良否等の確認及び記録をいい、目視、触診、聴診、機器等による計測、作動テスト等の作業をいう。点検の結果より機器・部品の健全度を評価し、以後の対応を決定する。

#### 1) 点検の構成

点検は以下のとおり構成され、設備毎に設備区分や稼働形態に応じた点検項目及び点検周期を設定し実施する。

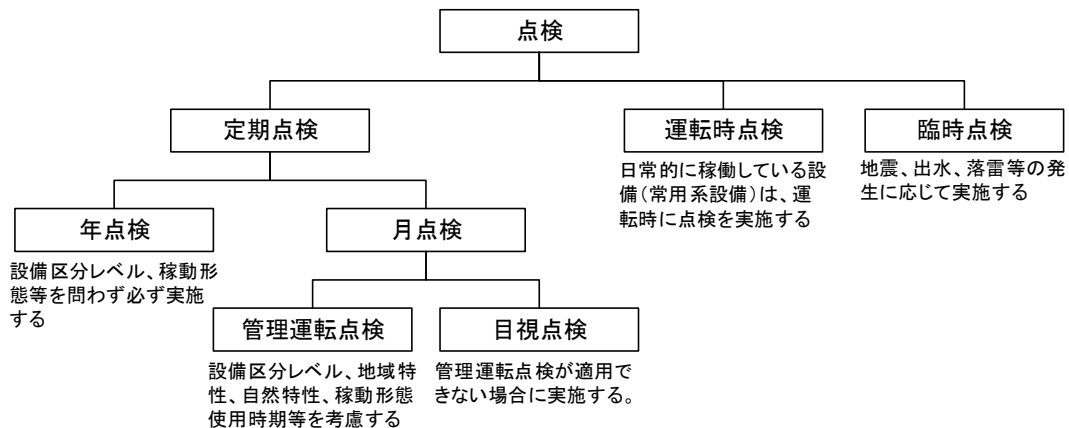


図 3.1-1 点検の構成と実施

#### 2) 定期点検

定期点検は、ダム用ゲート設備等の状況把握並びに機能保全を図るため、当該設備の目的・機能・設置環境・稼働形態に対応した方法で実施する。

## ① 月点検

月点検は、原則として定期的に毎月 1 回適切な時期に、各ダムの操作規則・細則等に定められた項目に従って実施する。ゲートを原則として負荷状態において試運転（管理運転）を実施し、設備の状況確認・動作確認を行う。ただし、当該設備の目的、設備の使用状況、地域特性、自然条件等を考慮し、点検周期の変更が可能なものとする。また、ここでいう負荷状態の負荷とは、ダム用ゲートの特徴に配慮し、設計開閉荷重（全負荷）ではなく、可能な限りの実負荷とする。

### ①-1 管理運転点検

管理運転点検は、月点検と同様に、原則として定期的に毎月 1 回適切な時期に、当該設備の運転時に合わせて実施する。ただし、当該設備の目的、設備の使用状況、地域特性、自然条件等を考慮し、点検回数の増減が可能なものとする。

管理運転点検は、設備各部の異常の有無や、障害発生の状況の把握並びに各部の機能確認等のため、当該設備の状態に応じて、実運転時に併せて目視による外観の異常の有無を含め、前回点検時以降の変化の有無について確認等を行う。

管理運転点検において何らかの故障・異常が検知された場合は、専門技術者による保全整備を実施しなければならない。よって管理運転点検実施に際しては、別途、故障に対する速やかな事後保全への対応体制を確保することが条件となる。

また、管理運転点検の実施が難しい場合、もしくは構造が複雑で管理運転のみでは信頼性が確保できない場合等は、設備の外観目視を中心とするが、構成機器で可能なものは、単独運転点検を実施する。

管理運転点検は次の点に留意して実施する。

- 管理実態を勘案して、実施時期を決定する。
- 設備の状況に応じて、全開・全閉操作を実施することが望ましい。
- 管理運転点検は、負荷状態において通常の開閉動作を確認するもので、機能全てが確認できることが望ましい。この場合の負荷状態とは設計水圧そのものをいうのではなく、設備の状況に応じて可能な範囲の実負荷とする。
- 点検項目は、外観目視、ゲート運転による作動確認及び状況確認項目に集約され、管理運転点検時の一連の作業フローの中で確認が可能である。

なお、管理運転は、設備全体の機能維持や運転操作員の習熟度を高めることにも有効である。

次に稼働形態による留意事項を示す。

## ①-1-1 待機系設備

待機系設備の管理運転点検は次の点に留意して実施する。

- ダム用ゲート設備等の待機系設備は、下流域への放流量制限や貯水池水位の変動等により、負荷状態で全閉～全開操作ができない設備が多い。この場合、可能な範囲で副ゲート・予備ゲート・修理用ゲート等を全閉し、無負荷で開閉操作の確認をする。難しい場合は、目視点検を実施する。
- 戸当りへの土砂の堆積、水門扉の開閉に対する支障の有無、並びに関連設備の状態の確認等、開閉操作の機能及び安全の確認、水密部の漏水、放流時の振動・異常音の有無、計器の表示、回転・摺動部の作動状況、塗装の異常等に注意して行う。なお、給油脂・潤滑の状況は点検の一環として実施する。
- 故障時の作動機能確認には、予備動力系による設備の運転を実施する必要がある。
- 安全装置及び保護装置が作動し、操作における操作員の安全確保や機器の保護が確実に行われるか確認する。

## ①-1-2 常用系設備

常用系設備の管理運転点検は次の点に留意して実施する。

- 低水放流設備のように、日常的に稼働している設備については、管理運転点検（常用系）によってその設備各部の機能確認や、障害発生状況の把握等を行う。
- 管理運転点検（常用系）は、設備の実運転時に合わせて点検を実施することから、負荷状態における点検となる。
- また、管理運転点検（常用系）の実施により、設備の運用に何らかの変化が生じ、利水者との調整が必要となった場合、必ず調整実施の上、同意を得る。
- 管理運転点検（常用系）は、常用系設備かつ負荷状態の実運転中であることを考慮し、全開・全閉操作や、土砂堆積等の水中部の確認、予備動力系による運転の実施、保護装置の作動等、設備によっては確認ができない項目があることに留意されたい。
- 管理運転点検（常用系）において点検ができない項目については、年点検等により確実に確認するものとする。

## ①-2 目視点検

目視点検は、管理運転点検が困難な設備において、設備各部の異常の有無や、障害発生状況の把握並びに各部の機能確認等のため、当該設備の使用・休止の状態に応じて、目視による外観の異常の有無及び前回点検時以降の変化の有無について確認等を行う。

特に戸当りへの土砂の堆積、水門扉の開閉に対する障害物や支障の有無、並びに関連設備の状態の確認等、安全の確認、水密部の漏水、計器の表示、給油脂・潤滑の



状況、塗装の異常等に注意して行う。

目視点検において何らかの異常・不具合が検知された場合は、専門技術者による保全整備を実施しなければならない。

## ② 年点検

年点検は、原則として毎年1回実施する詳細な点検であり、一般的に洪水期の前  
に実施することが多い。ただし、積雪寒冷地域では洪水期の前（春）は積雪期から  
融雪洪水時期、かんがい期へと続くため、洪水期（夏）から秋の非洪水期への移行  
期に実施されるケースもある。

年点検は、月点検より詳細な各部の点検及び計測を実施し、設備の信頼性の確保  
と機能の保全を図ることを目的として専門技術者により実施する。実施にあたって  
は、前回の定期点検及び整備記録との対比等、変化の把握と予防保全の見地からの  
整備、その他の対応を適切に行う必要がある。年点検において何らかの異常・不具  
合が検知された場合は、専門技術者による保全整備を実施しなければならない。

本マニュアルにおける年点検においては、目視、触診、聴診等のみならず各種計  
測による傾向管理を実施し、かつ事後保全対応項目における不具合を確実に検知し、  
さらに点検記録を分析（過去の記録をチェック）することにより、数年先の対応（整  
備予測）が可能となる。

## 3) 運転時点検

運転時点検は、開閉操作の機能及び安全の確認のため、放流・取水等の運転・操作開  
始時の障害の有無、運転・操作中及び終了後の異状の有無や変化等の状況把握を行う確  
認を行うものをいう。

運転時点検において何らかの故障・異常が検知された場合は、状況を記録するととも  
に、専門技術者による保全整備を実施しなければならない。この時、運転操作員でも対  
応が可能と考えられる軽微な故障・異常は、運転操作員が応急的な保全整備を実施する。

## 4) 臨時点検

臨時点検は、地震、出水、落雷、その他の要因により、施設・設備・機器に何らかの異  
常が発生したおそれがある場合に速やかに行うもので、目視点検による方法を中心に、  
当該設備の目的、機能、設置環境等に対応した方法で、設備全体について特に異常が無  
いかを点検する。

臨時点検において何らかの異常・不具合が検知された場合は、専門技術者による保全  
整備を実施しなければならない。通常、臨時点検と保全整備は連続的に実施される場合  
が多い。

## (2) 不可視部の点検

構造上、定期点検では点検できない部分や常時水没している水中部等の不可視部については、年点検、臨時点検及びその他設備の整備に併せて、適切な時期に実施する。

なお、水中部の点検を実施する必要がある場合は、「水中点検におけるロボット活用マニュアル(案)【ダム放流設備編】」により、水中点検ロボットの活用等も検討して点検する。

## (3) 機械設備と土木構造物及び電気通信設備との取り合い

ダム用ゲート設備等は、戸当り金物、アンカレッジ、基礎材及びアンカボルト等の機械設備と土木構造物との取り合い部及びダムコン等の機械設備と電気通信設備との取り合い部が存在する。土木構造物の点検は別途実施されるものであるが、ダム用ゲート設備等の点検にあたっては、土木構造物及び電気通信設備との取り合い部について漏れのないよう留意する必要があることから、機械設備と土木構造物及び電気通信設備との点検範囲を確認しておく必要がある。

## (4) 点検・整備と法規制

ダム用ゲート設備等に関連する設備等を構成する機器には、安全対策から法令等の規定によって点検・整備の実施が義務付けられているものもあるので、維持管理計画の策定並びに点検・整備作業にあたっては、これら法令等の規定を遵守しなければならない。なお、法規制がない設備・機器については、類似の設備・機器を準用するものとする。保守管理において関連する主要な法規と対象内容は以下のとおりである。

また、本節において安全衛生に関する法規制は、1)の労働安全衛生法に基づくものとしているが、国の機関が設置・管理する設備・機器を国家公務員が取扱う場合は、労働安全衛生法の諸規則の適用を受けず、人事院規則並びに同規程に基づき各省庁が定める職員健康管理規程に準拠することになっているので留意が必要である。例えば、ガントリクレーンを国家公務員が操作する場合には職員健康管理規程、請負者の作業員が操作する場合には労働安全衛生法の適用を受けることになる。

なお、これらの技術的規制内容は、基本的には労働安全衛生法に準拠したものである。

### 1) 労働安全衛生法（厚生労働省）

#### ① クレーン等安全規則関係

ガントリクレーン、天井クレーン等、電動ホイスト、簡易リフト、ダム管理用昇降設備、係船設備の製造・設置・検査・点検等

#### ② ボイラー及び圧力容器安全規則関係

アキュムレータ、コンプレッサ等の製造・設置・検査・点検等

2) 電気事業法（経済産業省）

自家用電気工作物としての電気設備・電気製品の工事・取扱い・点検等全般

3) 消防法（総務省）

危険物の規制に関する政令関係

- ① 燃料タンクの製造・設置・検査・取扱い
- ② 燃料・作動油・潤滑油の保管・取扱い

4) 建築基準法（国土交通省）

昇降機（エレベータ）の定期検査（準用）

5) 道路法（国土交通省）

一般供用道路（ダム堤頂道路）の使用

(5) 機能及び安全の確保

点検・整備の必要から、設備・機器を操作する場合には、ダム本体並びに貯水池、周辺湖岸・上下流河川等の状況、当該設備・機器の状態、関連設備・機器への影響、事象の変化等を考慮して行う。点検・整備は、設備を使用（荷重）状態で行うことが避けられないので、作業の安全対策に配慮する。

特に、扉体を吊下げた状態で行う開閉装置等の点検・整備、並びに分解あるいは動力の切り換え操作時には、確実な自重降下防止対策をとる。

点検・整備時に使用するクレーン類その他の機械・機器及び作業用足場等の仮設機材、並びに施工法の選定にあたっては、安全と作業性を確保する。

### 3.2 点検の実施方針

- 1) 点検の実施にあたっては、設備の設置目的（設備区分）、装置・機器等の特性、稼働形態、使用時期等の運用条件に応じて適切な内容で実施する。
- 2) 点検の実施にあたっては、不具合が検知された場合の適切な保全整備の体制を確保しなければならない。
- 3) 点検は、対象設備毎に作成した点検チェックシートに基づき確実に実施するとともに、計測を実施するものはその結果について技術的な判断を行わなければならない。

#### 【解説】

#### (1) 設備区分（第2章2.3節を参照のこと）

ゲート設備の機能・目的による区分を表す。設備・機器が何らかの故障によりその機能・目的を失った場合を想定し、その影響が及ぶ範疇による区分とする。

設備区分に応じ、ゲート設備毎に適切な点検周期を設定するものとする。

#### (2) 稼働形態

点検を行う設備は、稼働形態に応じて「待機系設備」と「常用系設備」の2種に区分する。ただし、設備によっては季節による貯水池水位や放流条件の変化等により、稼働形態による分類が難しいものもある。稼働の実情に合せた柔軟な点検対応が必要である。

待機系設備は、常時運転待機状態にあり、運転が必要な際に確実に機能を発揮しなければならない設備であり、その点検においては以下に留意する。

- 待機系設備の点検には、常用系設備の点検目的に加え、休止中の設備が次の稼働時に確実に運転できる状態にあるかを確認する目的がある。よって管理運転点検（待機系）を行い総合的な機能確認を実施することが必要である。
- 管理運転点検（待機系）は、基本的に設備を負荷状態で運転するので主要機器、補助機器、制御回路等多岐にわたる設備機能を確認でき、高い確率で不具合箇所を発見できる。これを修復することにより高い信頼性を維持できるため、待機系設備においては最も重要な点検手法である。よって、待機系設備の点検は年点検、管理運転点検（待機系）を基本とすることが望ましい。
- ダム用ゲート設備等の多くは待機系設備に分類される。

一方、常用系設備は、常に運転状態にあり、日常的に機能を発揮している設備で、その点検においては以下に留意する。

- 常用系設備は常時運転しているため、点検の目的は各部の劣化状況の確認と、傾向管理を行い、故障を未然に防止することにある。また、点検の実施にあたっては、通常の運転操作の中で異常の有無や状態の監視が可能である。
- 運転時の点検だけでは実施できない没水部分や構造上見えない部分の保全や、各種計測項目（絶縁抵抗値、ワイヤロープ径等）については年点検において確認する必要がある。よって、常用系設備の点検は年点検、管理運転点検（常用系）を基本とすることが望ましい。
- 低水放流設備（選択取水設備、小容量放流設備主ゲート）等は、一般的に常用系設備が多い。

### (3) 使用時期

対象とするゲート設備に、洪水期・非洪水期の稼働する時期と稼働しない時期がある場合、点検は、当該設備の使用時期を考慮しながら効率的に実施する。

稼働する可能性の無い時期の点検は、回転・摺動部の潤滑面の維持に考慮した必要最小限の回数の点検を実施すればよく、点検周期を使用時期に比して延長することが効率的である。ただし、近年の異常気象等により、非使用時期に稼働する可能性がある場合は、使用時期の延長と考え、使用時期と同様の点検を継続する。

また年点検は、洪水期を控えた各設備の万全な機能発揮を確保するため、一般的には洪水期前（非洪水期の終わり）に実施することが望ましい。

設備区分、稼働形態、使用時期等を考慮した点検の適用の考え方（一般的な事例）を、表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 ダム用ゲート設備等の設備区分と点検の適用事例

設備区分	内容	維持管理の大枠	点検の方針	設備名称	種別	稼働状態	点検時の条件 目視の可否		点検の種別			管理運転点検の実施	
							扉体	開閉機	使用時期が限定される設備		使用時期が 限定されない設備	実施可否	管理運転に関わる 留意事項
									使用時期	非使用時期			
レベルⅠ 高 当該ダムの洪水調節及び水位低下に含まれている設備 治水設備および治水要素のある利水設備	設備が故障し機能を失った場合、国民の生命・財産並びに社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある設備	予防保全	社会的にも重要な設備であることから、 <u>従来どおり、確実に点検を実施し、設備の信頼性を確保する。</u>  合理化により現状の信頼性を損なうことが無いよう十分に留意する。	非常用洪水吐設備	主ゲート	待機	○	○	●管理運転点検(待機系)	●年点検 使用時期前に実施  ●管理運転点検(待機系) <sup>(注3)</sup> 点検周期を延長可 <sup>(注4)</sup>	---	○	貯水位、放流条件等による。 修理用ゲートが設備されているケースは少ない。
				常用洪水吐設備	主ゲート	待機	○	○				○	予備・修理用ゲート設置により可能(無負荷運転)。 予備・修理用ゲート設置しない場合は、貯水位、放流条件等による。
					予備・副ゲート <sup>(注1)</sup>	待機	○	○			○	ダム運用に支障とならないこと。	
				貯水池維持用放流設備	主ゲート	待機	△ 設備による	○	---	---	●年点検 ●管理運転点検 <sup>(注5)</sup> (待機系)	○	予備・修理用ゲート設置により可能(無負荷運転)。 予備・修理用ゲート設置しない場合は、貯水位、放流条件等による。
				貯水池低下用放流設備	予備・副ゲート <sup>(注1)</sup>	待機	△ 設備による	○			○	ダム運用に支障とならないこと。	
				放流管	---	-	目視可能時に実施		年点検を基本とするが、状況・材質等に応じて個々に設定する。		-		
レベルⅡ 中 当該ダムの洪水調節に含まれていない設備 利水設備	設備が故障し機能を失った場合、国民の財産並びに社会経済活動に影響を及ぼすおそれのある設備	予防保全	社会的にも重要な設備であることから、従来どおり、確実に実施し、設備の信頼性を確保する。  ただし、治水設備との重要性の違いを考慮し、 <u>レベルⅠの2倍程度まで周期を延長できるものとする。</u> <sup>(注2)</sup>	取水設備	取水ゲート	常用	×	○	●管理運転点検(常用系)  ●管理運転点検(待機系)	●年点検 使用時期前に実施  ●管理運転点検(待機系) <sup>(注3)</sup> 点検周期を延長可 <sup>(注4)</sup>	●年点検 ●管理運転点検(常用系) ●管理運転点検(待機系)	○	常用系設備であることが多く管理運転点検(常用系)により対応する。
				小容量放流設備	主ゲート	常用	×	○					○
					副ゲート <sup>(注1)</sup>	待機	×	○	レベルⅠに比して点検周期を2倍程度に延長可	レベルⅠに比して点検周期を2倍程度に延長可	レベルⅠに比して点検周期を2倍程度に延長可	○	ダム運用に支障とならないこと。
				放流管	---	-	目視可能時に実施		年点検を基本とするが、状況・材質等に応じて個々に設定する。		-		
レベルⅢ 低 付属施設 その他設備	設備が故障し機能を失った場合、社会経済活動への影響を及ぼすおそれの少ない設備	事後保全	設備の故障が社会経済活動に影響を及ぼす恐れが少ないこと、および使用時期が事前に把握でき、その時に確実に稼働すれば良いことから、 <u>年点検を確実に実施し、設備の信頼性は維持するが、月点検は省略しコスト縮減を図る。</u>	常用洪水吐設備	修理用ゲート	待機	○	○	---	●年点検 使用時期前に実施	---	○	主ゲート管理運転時に同時実施する等、効率的な実施を検討する。
				貯水池維持用放流設備	修理用ゲート	待機	○	○				○	角落し等の場合、据付には手間・コストがかかる場合がある。
				小容量放流設備	修理用ゲート	待機	○	○				○	
				付属施設	係船設備	待機	-	○	---	●年点検 使用時期前に実施	●年点検	○	適宜可能。
					流木止設備	常用	-	-			-		

注1) 各放流設備の予備・副ゲートは、その機能として主ゲート故障時の流水遮断機能が付与されていることから、主ゲートの代替機能を有していると判断し、主ゲートと同等の扱いとした(同レベルに分類)。

注2) ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案)(国土交通省平成30年3月)及び(独)水資源機構機械設備管理指針(平成15年11月)を参考とした。

注3) 近年の異常気象等により、非使用時期に稼働する可能性がある場合は、使用時期の延長と考え使用時期と同様の点検を継続する。

注4) 回転・摺動部の潤滑面の維持に考慮し管理運転点検(待機系)を実施する。ただし点検周期は使用時期に比して延長可能なものとする。

注5) 貯水池維持用放流設備、貯水池低下用放流設備の管理運転点検(待機系)周期は、使用頻度、点検実績等を考慮して各現場にて決定する。

注6) 上記はあくまで点検適用の考え方を示したものであり一般的な事例である。現有設備の全てが上記のいずれかに該当するものではない。各現場にて管理している設備の機能・目的をよく勘案の上、個別に検討する必要がある。

#### (4) 点検項目

- 年点検の点検項目は、ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領（案）（国土交通省 平成30年3月）に従うものとする。
- 月点検で実施する管理運転点検項目に関する留意事項、特記事項は、表 3.2-2 に示す。これは、必要に応じて点検を実施する各現場において項目を追加し判断すべきものである。

表 3.2-2 管理運転点検(待機系/常用系)項目における留意事項・特記事項(例)

装置区分	点検項目	点検内容	留意事項
扉体	ボルトナット リベット	弛み、脱落 損傷	<p>ハイテンションボルト等により扉体を連結させている場合は、致命的な場合もあり得る。また、現場ボルト接合の場合も注意を要する。</p> <p>基本的には年点検にて対応するが、扉体構造により点検項目への追加を検討する。</p>
	水密ゴム	漏水	ダム用ゲートは基本的に高い水密が要求されることから、致命的としたが設備の機能・目的により非致命的もあり得る。設備毎に判断する。
戸当り	埋設部戸当り (底部、側部、上部)	腐食	<p>埋設部戸当りは、土木構造物と一体化しており、故障が発生しにくいものであるが、基本的には致命的な部位であり、注意が必要である。</p> <p>また、古い設備で普通鋼(SS材)を戸当りに採用している場合は、腐食等により致命的要因となり得るので注意が必要である。</p> <p>材質に留意し必要に応じて点検項目への追加を検討する。</p>
開閉装置	架台基礎ボルト	弛み、脱落	管理運転点検(待機系/常用系)項目とはしないが、過去に引抜き事故が発生していることから、地震発生後の臨時点検においては必ず点検を実施する。
	主電動機 予備電動機	電流値 電圧値	計器そのものは扉体開閉には直接的に関与しないが、電源の有無は致命的であり、電動機の負荷状態を診断する計器ゆえ、管理運転点検(待機系/常用系)においても電流値・電圧値はチェックする(機側操作盤点検チェックシートにて指示)。
	主電動機 予備電動機 減速機 切替装置	振動	振動計測は、広く一般的に使用されている技術であり、さまざまな文献より、回転機器に生じた不具合の特定や原因分析を行うことが可能な技術である。回転機器の故障や劣化状態を診断する計測項目ゆえ、管理運転点検(待機系/常用系)項目とする。
	予備電動機 内燃機関 手動装置 (バックアップ)	作動状況	<p>主機のバックアップゆえ致命的機器と判断する。</p> <p>また、非常時に必ず作動しなければならないため、管理運転点検(待機系)を実施し機能を保持する。</p> <p>管理運転点検(常用系)においては、実施できない項目が多いことから、常用系設備では年点検において確実に実施する。</p>
	ワイヤロープ	ごみ・異物の 付着	<p>致命的な故障ではないが、ごみ、異物の付着はワイヤロープの変形(致命的)に繋がる。</p> <p>変形の確認と同時に実施することを推奨する。</p> <p>管理運転点検(常用系)において、ワイヤロープは目視できない範囲が多いことから、常用系設備では年点検において確実に確認する。</p>



表 3.2-2 管理運転点検(待機系/常用系)項目における留意事項・特記事項(例) (続き)

装置区分	点検項目	点検内容	留意事項
機側操作盤	盤全体	内部温度・湿度状態	PLC等を搭載した高機能型操作盤は、内部の温湿条件に特に注意が必要である。 機側操作盤の設置条件により点検項目への追加を検討する。
	盤内機器	作動状況	管理運転点検(待機系/常用系)では、盤内機器の点検項目は、ゲートが正常に動くことを確認することにより確認される。 機器単体の点検が必要な場合は、個別に点検項目への追加を検討する。
	電流計 電圧計	電流値 電圧値	計器そのものは扉体開閉には直接的に関与しないが、電源の有無は致命的であり、電動機の負荷状態を診断する計器ゆえ、管理運転点検(待機系/常用系)においても電流値・電圧値はチェックする。
	表示灯	ランプテスト	表示灯の不具合は直接的に致命的故障とはならないが、操作員の誤操作ひいては致命的事故を誘発させる可能性がある。 操作員の技術力等の必要に応じて点検項目への追加を検討する。
	漏電継電器	作動テスト	保護装置ゆえ、管理運転点検(待機系/常用系)では機能が確認できないが、漏電は場合によっては、施設の火災や操作員の感電の発生原因となるおそれがある。 設置環境等の必要に応じて作動テストを点検項目への追加を検討する。
	避雷器	ランプテスト	保護装置ゆえ、管理運転点検(待機系/常用系)では機能が確認できないが、誘雷、直雷により操作不能になる恐れがあるため重要な機器である。 設置環境等の必要に応じてランプテストを点検項目への追加を検討する。
	スペースヒータ	作動テスト	スペースヒータについては致命的故障とならないことから管理運転点検(待機系/常用系)項目からは省略するが、盤内の結露は電気・電子機器に大きな影響がある。 湿度の多い設置場所等、設置環境に応じて点検項目への追加を検討する。

## (5) 点検周期

## 1) 年点検・管理運転点検（待機系／常用系）

設備区分別、稼働形態別、点検別の点検周期は、基本的に以下のとおりとする。なお、別途、不具合に対する速やかな保全整備への対応体制を確保することが重要である。

表 3.2-3 設備区分別・稼働形態別・点検別の点検周期

設備区分 (保全方式)	稼働形態	点検周期		
		年点検	管理運転点検 (待機系)	管理運転点検 (常用系)
レベルⅠ (予防保全)	待機系	1回/年	基本 <sup>(注1)</sup>	—
	常用系	1回/年	—	基本 <sup>(注1)</sup>
レベルⅡ (予防保全)	待機系	1回/年	基本の2倍 <sup>(注2)</sup>	—
	常用系	1回/年	—	基本の2倍 <sup>(注2)</sup>
レベルⅢ (事後保全)	待機系/常用系	1回/年 <sup>(注3)</sup>	—	—

(注1) 原則として定期的に毎月1回実施する。ただし設備の機能・目的・使用状況・地域特性・使用時期等を勘案し、各現場において点検回数が増減が可能なものとする。なお、設備に非使用時期（非洪水期等）がある場合は、地域特性、自然特性を考慮し、各現場の判断により点検周期を延長可能とする。その場合、回転・摺動部の潤滑面の維持に考慮し必要最小限の回数で管理運転点検（待機系）を実施する。

(注2) 設備区分レベルⅡ設備においては、点検周期を基本の2倍程度に延長可能とする。

(注3) 設備区分レベルⅢ設備においては、必要に応じ、各現場の判断により信頼性確保に必要最低限の管理運転を実施する。

設備に非使用時期がある場合、点検周期を延長できるものとしたが、近年の異常気象等により、非使用時期に稼働する可能性がある場合は、使用時期の延長と考え使用時期と同様の点検を継続する。

年点検は、設備区分レベル、稼働形態を問わず、毎年1回適切な時期に実施する。一般的には、洪水期の前に実施することが多い。ただし、積雪寒冷地域では洪水期の前（春）は積雪期から融雪洪水時期、かんがい期へと続くため、洪水期から秋の非洪水期への移行期に実施されるケースもある。また、使用時期を限定しない設備の年点検実施時期は、他設備の年点検が集中する時期（洪水期前）を避け効率的に実施することも考慮する。

## 2) 臨時点検

臨時点検は必要に応じて実施する。

## 3) 年間点検スケジュール

上記を考慮したダム用ゲート設備等の年間点検スケジュール例を参考として表 3.2-4 に示す。

ここで、年間点検スケジュールについては、あくまでも一般的な例を示したものであり、設備の設置条件等を考慮し計画する。

表 3.2-4 年間点検スケジュール(例)

凡例 ◎:年点検 ○:月点検

点検	月 設備区分		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備考
月点検・年点検	レベルⅠ	洪水期			○	○	○	○	○						毎月1回
		非洪水期		◎							○		○		○
	レベルⅡ	洪水期				○		○							1回/2ヶ月に延長
		非洪水期		◎							○			○	
	レベルⅢ			◎											必要に応じて実施

注1) 上記はあくまで点検適用の考え方を示した事例である。現有設備の全てに該当するものではない。各現場にて管理している設備の機能・目的及び水位条件をよく勘案の上、個別に検討及び計画を行う。

注2) 設備を構成している機器には、安全対策の面から労働安全衛生法、消防法、電気事業法等で点検・整備を義務付けているものがある。これらについては関係法令に従うものとし上記の限りではない。

注3) 利水設備、貯水位低下用放流設備、付属施設等、洪水調節と関係しない設備（洪水期/非洪水期の別の無い設備）の年点検時期は、他設備の年点検が集中する時期（洪水期前）を避け効率的に実施することも考慮する。

## (6) 点検実施体制

点検実施体制は以下のとおりとする。

## 1) 月点検

月点検の実施者については、設備の規模、開閉機構、機器構成、設備区分レベル等を勘案し、各現場において決定する。ただし、高度な技術を要するものは、専門技術者による実施を原則とする。

別途、故障に対する速やかな保全整備への対応体制（専門技術者による緊急対応）を確保しなければならない。

2) 運転時点検

運転時点検は、管理者もしくは運転操作員により実施する。別途、故障等に対する速やかな保全整備への対応体制(専門技術者による緊急対応)を確保しなければならない。

3) 年点検

年点検は、専門技術者により実施する。

4) 臨時点検

臨時点検の実施にあたっては、原因となった異常事象の内容や点検実施の緊急性等を考慮し、各現場において決定することとする。ただし、不具合に対する速やか保全整備への対応体制(専門技術者による緊急対応)は不可欠である。

(7) 点検の作業フロー

点検の詳細要領については、ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案)(国土交通省 平成30年3月)を参考とする。

参考までに月点検(管理運転点検(待機系))・年点検の作業の流れ(例)を以下に示す。

1) 月点検(管理運転点検(待機系))

月点検(管理運転点検(待機系))実施フロー例を以下に示す。管理運転点検(常用系)については、設備の運転状況に応じ、以下実施フロー例に準じて実施する。

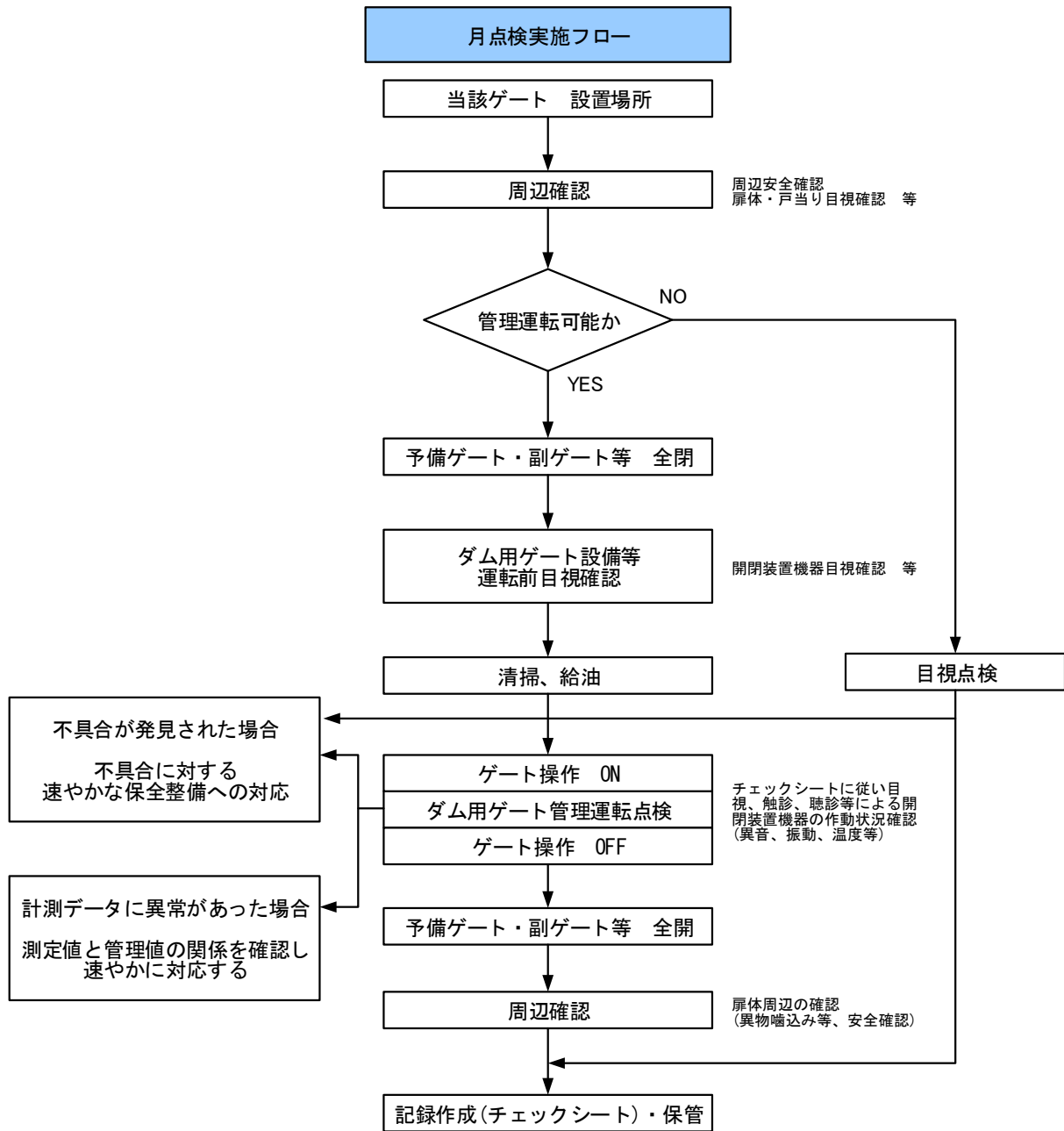


図 3.2-1 月点検(管理運転点検(待機系))実施フロー例

2) 年点検

年運転実施フロー例を以下に示す。

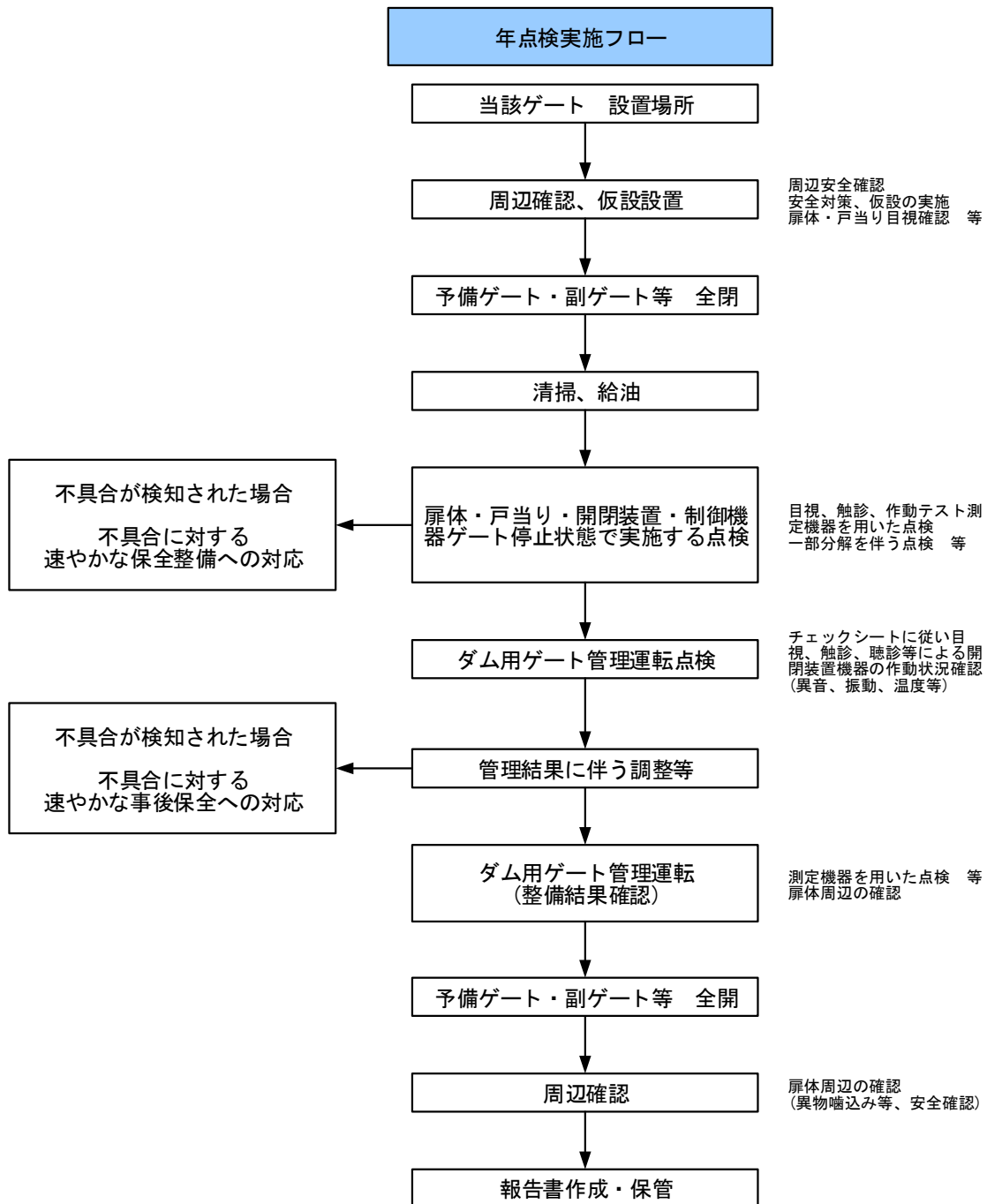


図 3.2-2 年点検実施フロー例

## (8) 予備品の管理

予備品は、修復時間の短縮を図るため、適切に確保し、経済性及び保存性を検討したうえで合理的に選定し管理するものとする。

## (9) 点検の結果

点検結果からの判定内容を表 3.2-5 のとおり区分して、整備実施、取替・更新の評価に繋げるものとする。

表 3.2-5 装置・機器等の点検結果判定内容

点検結果	評価・判定内容
×	現在、装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に対応（修繕・取替・更新）が必要である。
△	現在、装置・機器・部品の機能に支障は生じていないが、早急に対策を講じないと数年のうちに支障が生じるおそれがある（調整、給油、塗装、場合によっては取替、更新、整備が必要である）。
○	正常であり現在支障は生じていない。もしくは定常的な保全において十分な信頼性が確保できている。

## (10) 傾向管理（トレンド管理）

年点検時において、計測機器等を使用した点検項目・内容を定量的に把握し、これらの経年的な変化を管理していくことにより、設備や機器の劣化状態を把握し、将来整備すべき機器・部品の選定及び故障時期の推定に役立てるためのデータ管理を傾向管理（トレンド管理）という。

傾向管理（トレンド管理）を行う点検項目は、経年劣化（変化）と不具合事象の予測や傾向を把握するため、経年劣化（変化）を点検記録としてグラフ化し、管理基準値（許容値）との比較・確認をするものとし、この傾向管理を状態監視保全に含めて取り扱うものとする。

傾向管理（トレンド管理）に有効な項目を参考として表 3.2-7 に示す。

ダム用ゲート設備等については、今後も傾向管理に有効な項目の計測データを継続的に収集・蓄積する。今後、蓄積されたデータを解析し、この結果を基に、機器等の健全度を評価していくことが必要である。また、データの計測は、機器等毎に計測箇所を一定の位置とすることや計測のタイミング等に留意して行う。

なお、対象とするゲート設備等の必要性に応じて、扉体（鋼構造部、回転・摺動部等）に関わる項目についても、安全な構造・機能の確保を目的に点検時の計測実施を検討することが望ましい。よって鋼構造部や回転・摺動部等における傾向管理に有効な項目についても参考

までに表 3.2-7 に追記した。この場合、許容値等は強度計算や専門家の判断等によりその都度検討が必要となる。

表 3.2-7 傾向管理(トレンド管理)に有効な項目(参考)

装置区分	項目	内容	活用方法(方針)
開閉装置 (ワイヤロープ ウインチ式)	電 動 機	電 流 値	負荷の変動等を確認し、設備全体の異常の有無を判断する。
		表 面 温 度	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		回 転 数 ( 開 閉 速 度 )	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		絶 縁 抵 抗	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	制 動 機	ライニングすきま	ブレーキ作動状態が正常であるかの判断をする。
		ライニング摩耗(厚さ)	ライニングの更新の必要性を判断する。
	減 速 機	表 面 温 度	減速機の劣化、異常の有無を判断する。
		振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	歯 車	摩 耗	歯車の更新の必要性を判断する。
		歯 当 り	歯車の異常の有無を判断する。
		バ ッ ク ラ ッ シ	歯車の異常の有無を判断する。
	軸 継 手	軸 芯 の 変 位	軸継手の異常の有無を判断する。
	ワ イ ヤ ロ ー プ	ワ イ ヤ ロ ー プ 径	ワイヤロープの更新の必要性を判断する。
素 線 切 れ		ワイヤロープの更新の必要性を判断する。	
開閉装置 (油圧式)	油 圧 ポ ン プ	回 転 数	ポンプの劣化、異常の有無を判断する。
		表 面 温 度	ポンプの劣化、異常の有無を判断する。
		振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	油圧ポンプ用電動機	電 流 値	負荷の変動等を確認し、ポンプ、電動機の異常の有無を判断する。
		表 面 温 度	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		回 転 数 ( 開 閉 速 度 )	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		絶 縁 抵 抗	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	電磁切換方向制御弁	絶 縁 抵 抗	電磁の劣化、異常の有無を判断する。
	圧 力 制 御 回 路	圧 力	負荷の変動等を確認し、設備全体の異常の有無を判断する。
	油 圧 シ リ ン ダ	ず り 落 ち 量	油圧シリンダのパッキン劣化、異常の有無を判断する。
		動 作 速 度	油圧シリンダおよびユニットの異常の有無を判断する。

ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案)(国土交通省 平成30年3月)を参照



表 3.2-7 傾向管理(トレンド管理)に有効な項目(参考) (続き)

装置区分	項目	内容	活用方法(方針)
開閉装置 (スピンドル・ ラック式)	電 動 機	電 流 値	負荷の変動等を確認し、設備全体の異常の有無を判断する。
		表 面 温 度	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		回 転 数 ( 開 閉 速 度 )	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	減 速 機	絶 縁 抵 抗	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
		表 面 温 度	減速機の劣化、異常の有無を判断する。
	ス テ ム ブ ッ シ ュ	振 動	電動機の劣化、異常の有無を判断する。
	ラ ッ ク 棒	摩 耗	ステムブッシュの更新の必要性を判断する。
機側操作盤	全 般	摩 耗	ラック棒の更新の必要性を判断する。
	計 器 類	絶 縁 抵 抗	劣化、異常の有無を判断する。
		電 流 値	劣化、異常の有無を判断する。
扉体・戸当り 構造部	扉 体 鋼 構 造 部	電 圧 値	劣化、異常の有無を判断する。
		振 動 量	建設当時よりも振動が増加し異常が懸念される場合、原因不明の振動等が発生した場合等、異常の有無を判断する。
		た わ み 量 変 形 量 応 力 値	建設当時よりもたわみ・変形が増加し異常が懸念される場合、何らかの要因により強度低下が懸念される場合等、異常の有無を判断する。
	片 吊 り	ワイヤロープの伸び、電動機の劣化、異常の有無を判断する。	
扉 体 ・ 戸 当 り 鋼 構 造 部	板 厚	腐食が進行し、部材の強度低下が懸念される場合等、強度不足の有無を判断する。	
扉体 回転・摺動部 戸当り構造部 放流管・整流管	ローラ・シーブ 軸・軸受 戸当り鋼構造部 放流管・整流管	摩 耗 量	土砂等による摩耗の恐れがある場合、使用頻度が非常に多く摩耗が懸念されるローラ・シーブ・摺動板等、異常、強度不足の有無を判断する。

ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案)(国土交通省 平成30年3月)を参照

### 3.3 装置・機器の診断

点検結果において、装置・機器に異常の傾向が認められる場合（△評価）、あるいは信頼性による取替・更新の標準年数を超えた場合、診断の必要性を判断し、必要に応じた診断を実施するものとする。

#### 【解説】

#### (1) 診断の目的

診断とは、通常の保全サイクルでは把握できない劣化の状況及び劣化原因等を特定し、今後の運用に関する適用性を評価することをいう。

一般的に診断は、「精密診断」と「総合診断」に区分できる。

診断の結果は、年度保全計画及び中長期保全計画の見直しに活用する。

#### (2) 診断の実施

##### 1) 精密診断

装置・機器の運転状況において、機能低下の兆候が「振動」「騒音」「温度」などの状態監視項目に現れている場合、その発生箇所・原因の特定や劣化の程度を把握するために実施する計測及び解析をいう。

精密診断は、専門技術者あるいは専門技術者と同等の技術力を有する者が行う。

##### 2) 総合診断

設備を構成する装置・機器・制御システムあるいは設備全体を対象に、機能の維持・向上を目的として、信頼性、経済性、安全性、操作性、維持管理性などを総合的に評価し、合理的な改善策や更新の方向付けを行うために実施する診断をいう。

定常的な点検及び整備の結果から判定する物理的な耐用性だけでなく、機能面でニーズに答えられているか、あるいは今後の保全に耐えられる設備内容であるかなどを調査・評価するものである。

総合診断は、専門技術者あるいは専門技術者と同等の技術力を有する者が行う。

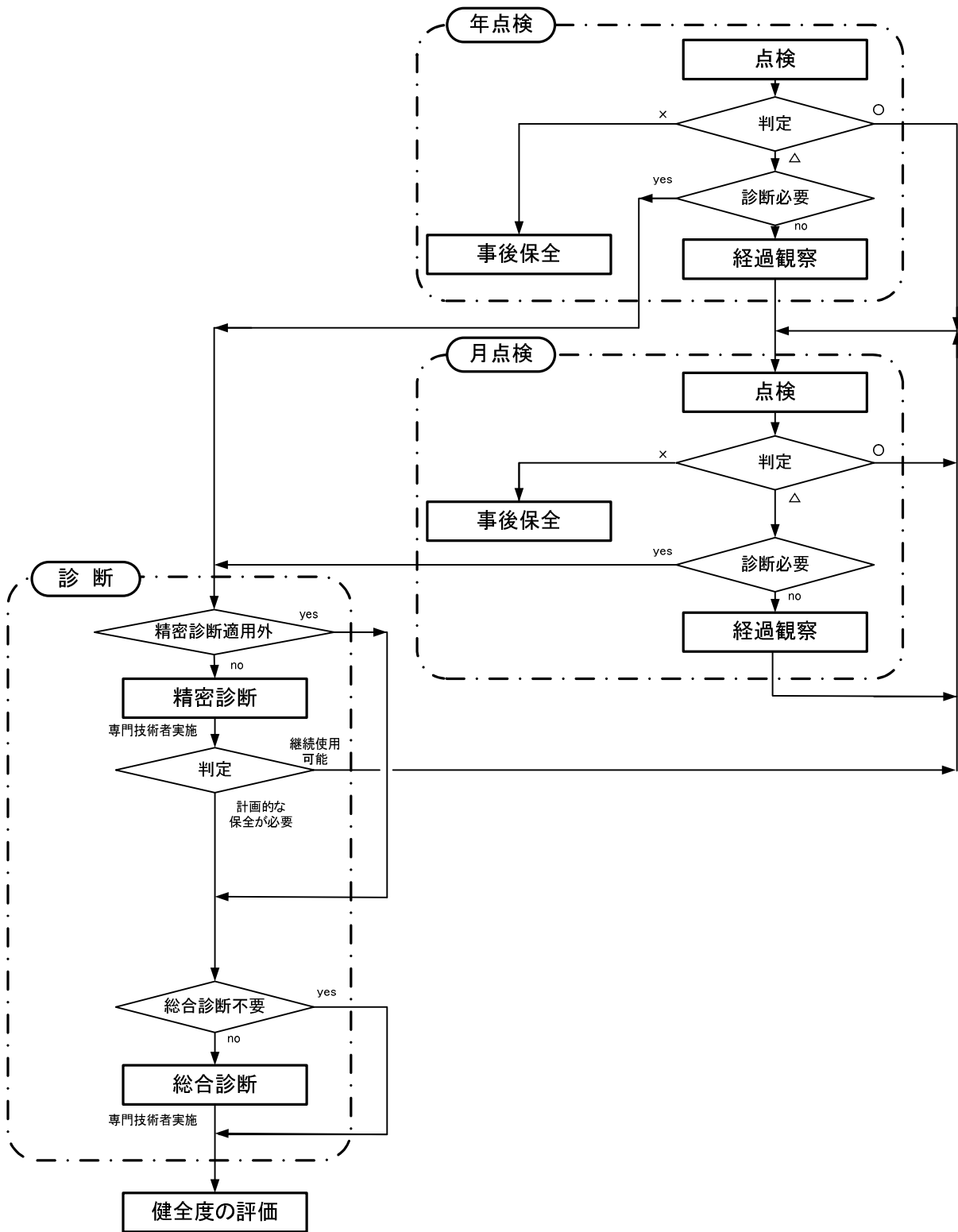


図 3.3-1 点検と装置・機器診断

## 第4章 整備・更新の優先順位

### 4.1 整備・更新の優先順位の決定

ダム用ゲート設備等の整備・更新を効率的、計画的に実施するため、予防保全に資する健全度評価及び機能的耐用限界を総合的に勘案して優先順位を決定しなければならない。

#### 【解説】

#### (1) 優先順位の整理・評価の概要

ダム用ゲート設備等は、設備区分によって仕様及び求められる信頼性は異なるが、いずれにしても故障により機能が停止すると、社会資本として本来求められる便益を毀損する。特にレベルⅠに該当する設備の機能が停止すると、流域住民の人命及び財産に重大な影響を及ぼす事態となりうる。

本来、点検・整備・更新といった維持管理は、設備の機能停止を回避するために実施するもので、そのためには設備の予防保全をいかに効果的に実施できるかが非常に重要となる。予防保全は故障が発生する前に適切に措置（整備・更新等）をとる必要があるが、早すぎれば経済性が低下することから適切に優先順位を決定し、執行されなければならない。

本マニュアルにおいては、図 4.1-1 に示すとおり「設備区分の評価」「装置・機器等の特性」「健全度の評価」「設置条件の評価」「機能的耐用限界の評価」を総合的に実施して、総合評価（優先順位を決定するための指標）を整理・評価する手法を示す。

#### (2) 健全度の評価

本マニュアルでは、設備・装置あるいは構成機器等の健全度を評価する「健全度の評価」結果により、整備・更新の優先順位を決定する。評価対象を傾向管理の可否により仕分けし、傾向管理が不可能な装置・機器については、点検計測値、点検者の総合所見、故障状況及び取替・更新の標準年数との関係に基づき整備・更新の優先順位を技術的に評価する。さらに、点検結果の判定△を3段階（△1、△2、△3）に評価する。この結果に、装置・機器特性及び設置条件を考慮して、健全度による優先順位を決める。

健全度評価は、図 4.1-2 に示すように技術的な視点により評価する。毎年度実施する点検の結果に基づき、点検結果の判定が△であるもののうち経過観察としないもの（△1、△2）について、優先度の評価を行うことが必要である。

健全度評価においては、現状の設備状態により整備・更新を行うべき優先順位を決め、さらに機能的耐用限界の評価を含めた総合評価を実施したうえで、維持管理計画上の優先順位を決定する。

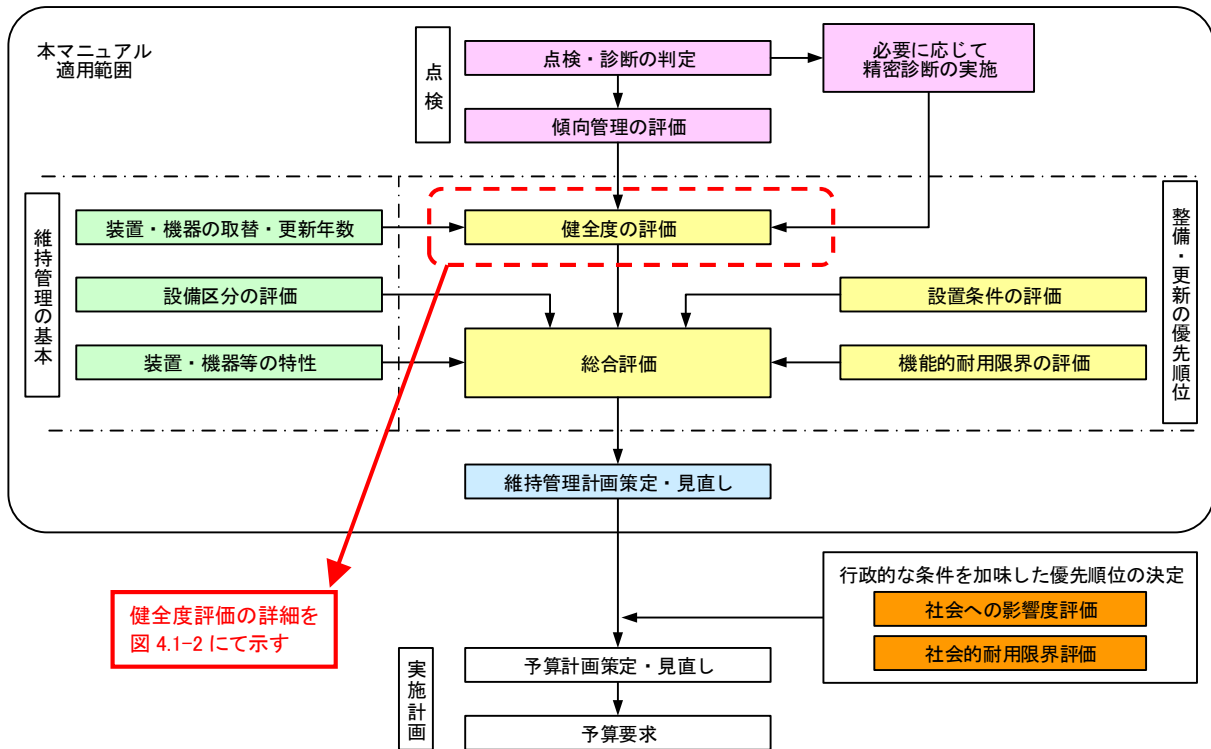
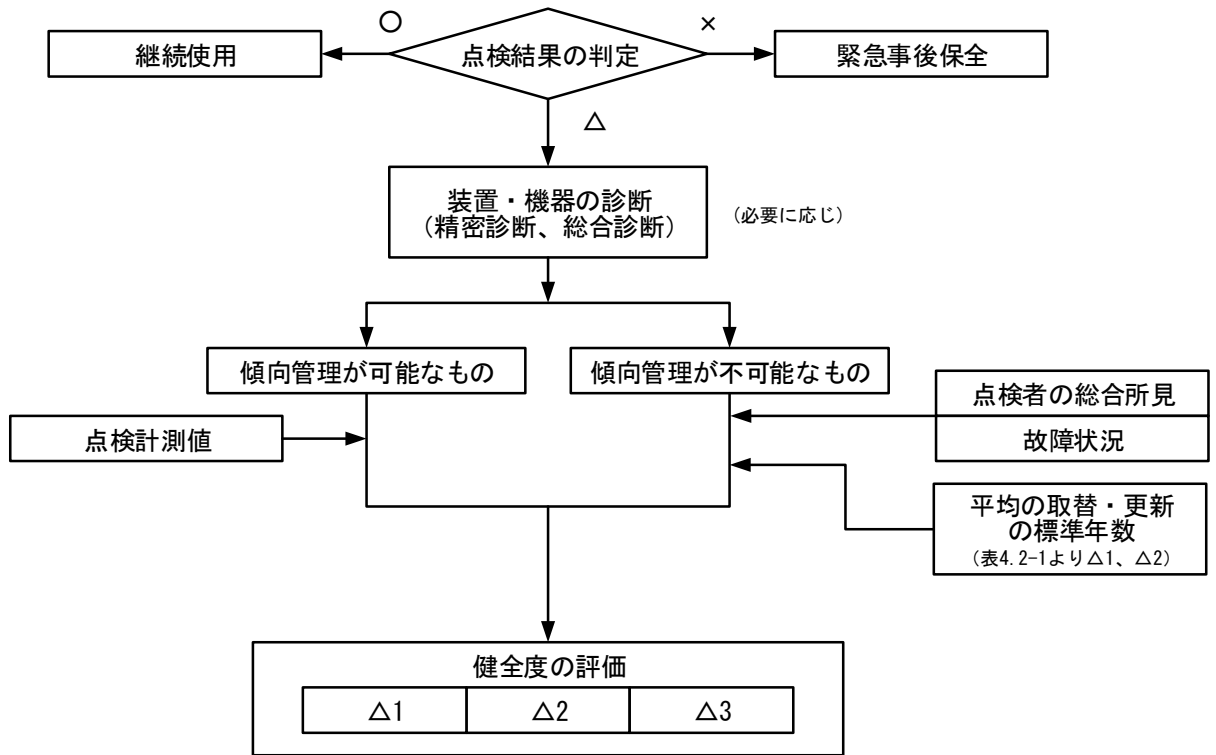


図 4.1-1 優先順位の整理・評価の概要

社会的耐用限界評価は、当該設備が設置されている流域の環境や下流域の変化に伴う設備の目的、能力、機能の見直し等の必要度により評価するものであり、管理者による設備の予算計画等においてこれまでどおり実施すべきものである。



Δ1 : 早期に対処を要するもの  
 Δ2 : 2~3年度程度以内に対処を要するもの  
 Δ3 : 注意して経過観察するもの

図 4.1-2 健全度評価の流れ

## 4.2 健全度の評価

ダム用ゲート設備等の構成要素である機器等の機能維持の状態を把握するため、当該機器等の健全度の評価を行うものとする。

### 【解説】

「健全度」とは、設備の稼働及び経年に伴い発生する材料の物理的劣化や、機器等の性能低下・故障率の増加等、機器各 부품の状態の度合を表すものである。月点検、運転時点検、年点検、診断等により確認・評価され、その結果に応じ整備・更新を実施する。

#### (1) 健全度の評価単位

健全度の評価単位は、図 2.4-1～図 2.4-3 における機器・部品レベルであり、整備・更新検討の基本単位も機器及び部品とするが、現実的に整備・更新の実施が問題となるのは、コスト的にも大きなダム用ゲート設備等の構成要素の主要機器であることから、通常の保全サイクルで整備・更新される簡単かつ安価な機械・電気部品等などは評価対象外とする。

なお、監視操作制御設備等などにおいて複数の機器等が△1～△2 評価となったときは、装置全体としての健全度を評価し、更新の実施を検討する。その場合、個別の機器等の整備・更新を行う場合（健全度に応じた分割施工）と長期的な視点で信頼性及び経済性を比較評価しなければならない。

#### (2) 健全度の評価

本マニュアルにおける健全度の評価は、点検結果に基づく判定及び診断等で構成される。

健全度の評価及び判定の内容は、表 4.2-1 のとおり○、△1～3、×に整理するものとし、健全度を適切に把握することによって、同一施設内にあるいは設備相互間における保全（整備・更新等）の優先順位決定に資するものである。指標は、傾向管理が可能なものと不可能なものについての考え方をそれぞれ示した。

なお、健全度の評価は専門技術者もしくは専門技術者と同等の技術力を有する評価者によって評価・判断されなければならない。

表 4.2-1 点検結果による健全度の評価内容

健全度の評価	状態	健全度の評価指標	
		傾向管理が可能なもの	傾向管理が不可能なもの
× (措置段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に措置(整備・取替・更新)が必要な状態	設備・装置・機器・部品の機能が低下あるいは停止もしくは運用不可能である場合	
△1 (予防保全段階)	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じる可能性があり、予防保全の観点から早急に措置(整備・更新・取替)を行うべき状態	1. 点検の結果、計測値が予防保全値を超過している場合 2. 精密診断、総合診断により早急に措置を行うべきと評価した場合	1. 点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認でき、かつ次の条件のいずれかに該当するもの ①総合診断により早急に措置を行うべきと評価した場合 ②建設や整備・更新後間もない運用初期にある場合 ③通常の運用を継続すると故障を起こす可能性が高いと判断した場合 2. 経過年数が平均の取替・更新の標準年数以上である場合
△2 (予防保全計画段階)	点検、精密診断、総合診断等の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、2～3年以内に措置(整備・更新・取替)を行うことが望ましい状態	1. 点検の結果、計測値が注意値を超え、予防保全値以下の場合 2. 精密診断、総合診断により、2～3年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合	1. 点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認でき、かつ次の条件のいずれかに該当するもの ①総合診断により2～3年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合 ②異常の原因が特定できており長期の使用に問題があると判断した場合 2. 経過年数が平均の取替・更新の標準年数近傍(2～3年前)である場合
△3 (要監視段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが状態の経過観察が必要な状態	点検の結果、計測値が異常傾向を示しているが注意値以下の場合	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認できるが、過去の点検結果などから継続使用が可能と判断できる場合
○ (健全)	点検の結果、設備・機器・部品の機能に支障が生じていない状態	点検の結果、計測値が正常値である	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が認められない場合

注 1) 年点検・月点検において、目視・指触・聴覚等による点検項目に関しては、異常が確認された時点で計測項目を適切に設定し管理することを基本とする。

2) △1及び△2の評価指標における「平均の取替・更新の標準年数」は、固有の時間計画保全年数を定めている場合は当該年数により評価する。

3) 健全度の評価△1～△3の整理を対象とするが、本表では点検時に判定する×と○を参考として併記した。



### (3) 傾向管理が可能なもの

#### 1) 傾向管理に有効な項目

主たる機器に対する傾向管理に有効な項目は、表 3.2-7 に示したとおりであるが、点検時に計測すべき項目は、構成機器・部品において「振動」「温度」「圧力」「速度」「寸法(厚さ・長さ・幅)」等多岐にわたる。点検時にこれらの状態量を計測している機器等については、傾向管理を行うことによって健全度の評価に寄与できる可能性があることから、以下に基本的な考え方を示す。

#### 2) 傾向管理の考え方

- ① 正常な機器の計測データであっても、通常はある程度バラツキがあり、データがこの範囲に入る機器は正常であると考えられる。よって、この範囲の平均値を  $a$  とし正常値とする。(正常値の考え方は 4)項を参照)
- ② 傾向管理であるから個々の計測値に着目するのではなく、その変動の傾向に着目すれば、正常なバラツキの範囲にあるのか、あるいは機器等の健全度に変化が生じているかを識別できる。

#### 3) 傾向管理基準値の設定及び評価方法

傾向管理の基準値の設定及び評価方法に関し、これまでに確認された故障事例、ISO規格等を基に検討した例を以下に示す。これらについては、現状の技術的な知見に基づく方法であり、今後の評価事例の蓄積・解析によって指標の改善あるいは新たな傾向管理手法の確立を図っていくべきものである。

##### ① 管理基準値(注意値、予防保全値)

###### [ 振動 ]

傾向管理を行う場合は一般に相対判定基準法が用いられる。傾向管理基準値としては正常値の 2.5 倍を注意値、6.3 倍を予防保全値とする。(ISO20816-1:2016 の考え方を準用)

###### [ 温度、圧力、回転速度 ]

温度、圧力、回転速度の場合は、統計的品質管理の考え方(JIS Z 9021:1998)を採用し、正常値  $a$ 、標準偏差  $\sigma$  を用いて、傾向管理の上限及び下限の基準値を次のように設定する。

注 意 値 =  $a \pm 2\sigma$  (温度はプラスのみ、回転速度はマイナスのみ、圧力は±を適用する)

予 防 保 全 値 =  $a \pm 3\sigma$  (温度はプラスのみ、回転速度はマイナスのみ、圧力は±を適用する)

## ② 評価方法

故障事例における各点検計測値によれば、管理基準値を絶対値評価基準値（ある一定の数値をもって管理基準値とする方法）とした場合、故障の兆候を確認できないことが懸念されることから、計測値の評価は相対値評価基準値とする。

計測値が、管理基準値を超えて、なお、上昇又は下降傾向にあり、かつ運転条件や設置条件等からこの上昇又は下降傾向を生む要因が見つからない時は、機器の状態が初期より変化しつつある可能性がある。

傾向管理を行うにあたっては、次の各事項に留意しなければならない。

- 計測したデータの運転が「管理運転時」と「実操作時」と混同していないか。
- 管理運転における「方法」が同条件であるか。
- 各点検計測値の計測方法と位置など適切でかつ同一であるか。
- 運転時の水位条件や温度条件の違いを把握しているか。
- 計測対象機器等に保全（調整・交換・修繕・改良等）による変更がないか。

評価における技術的判断事項としては、過去の正常値範囲におけるバラツキの周期と比較し、経験則より長いサイクルで上昇しているかがポイントとなる。計測データが管理基準値を超えても、その後安定した運転が継続されている、あるいは連続した低下傾向を示す場合、即座に故障に至る兆候とは判断せず、新たな管理基準値を設定し経過観察する。新たな管理基準値を設定する場合、予防保全値が絶対値評価基準値を超えてはならない。図 4.2-1 に傾向管理事例を示す。

計測値が注意値以上となった場合、管理者は精密診断の実施を判断する。精密診断では、JIS 等の規格値・メーカ設定の許容値などを参考にするとともに、当該機器・部品に関する過去の故障履歴、整備情報などを調査し、原因の究明及び劣化の程度を評価したうえで、その結果に基づき、計画的な保全計画の立案を行う。

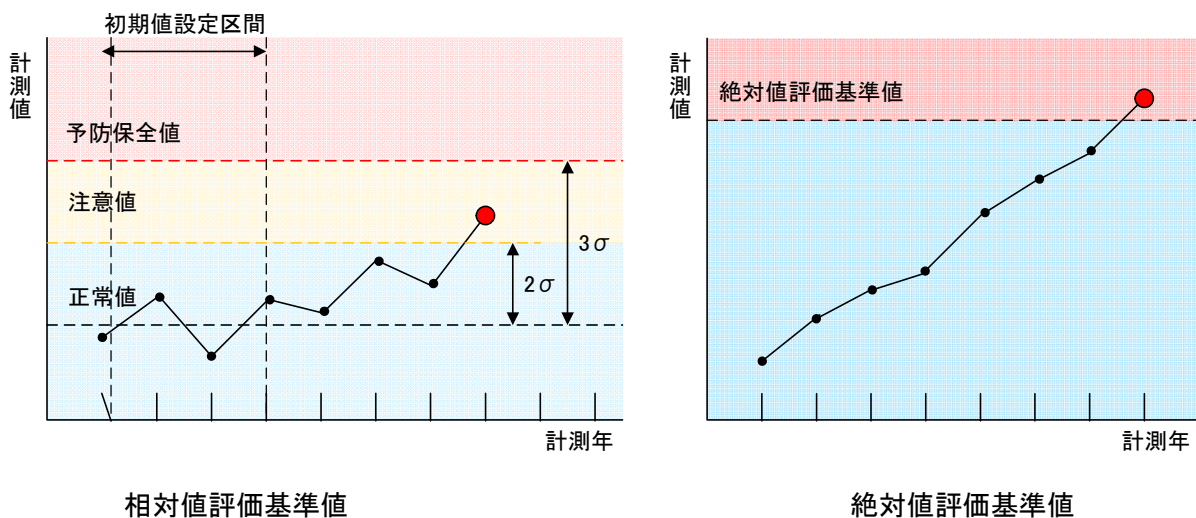


図 4.2-1 傾向管理グラフの例

#### 4) 正常値

正常値は、号機・部位毎に、設置時計測データ、稼働初期段階における計測データ又は正常と思われるある一定期間の計測データ、いずれかの平均値を採用するが、その判断には技術的な知見、及びある程度連続した計測データが必要となる。

いくつかの傾向管理事例では、初期の計測データが一定期間増減傾向を示した後、安定した領域になるものも認められた。初期の変動は慣らし運転時期の特徴を示しており、一定期間運転後、安定した運転が行われているとも考えられる。

以上より、正常値の設定は、計測データの傾向を確認した上で、正常値区間を設定することとする。

#### (4) 傾向管理が不可能なもの

通常の点検項目において「計測」としていない点検対象については、傾向管理は不可能である。傾向管理が不可能な点検項目は、目視、触診、指触、聴診、聴覚、嗅覚によって、腐食、侵食、変形、損傷、異常音、異常振動、漏油等の異常の有無を確認する。定量的な指標が少ないため、異常が確認された段階から可能な限り計測できる状態量を見だし、実際に計測する試みや、部分的な分解確認、あるいは総合診断の実施なども検討する必要がある。

その結果、異常の原因が特定でき、2～3年以内に措置すべきと評価(△2)した場合は当該内容を維持管理計画に反映させるものとし、原因がわからず、いつ故障に至るか判断できない場合は早急な措置をとるよう評価(△1)し、予算措置に移行する。また、異常を示している機器の経過年数が、平均の取替・更新の標準年数以上である場合には、統計的観点からもリスクが高いため、早急な措置をとるべく評価(△1)するものとする。

なお、傾向管理が不可能であることから、時間計画保全を採用する致命的機器については、経過年数に対して平均の取替・更新の標準年数(固有の時間計画保全周期を定めている場合は当該年数)を勘案して△2及び△1の評価を行う。ただし、通常の点検において異常傾向が見られない場合、不要・不急の整備・更新を回避する観点から可能な限り精密診断あるいは総合診断を実施することが望ましい。

#### (5) 装置・機器等の特性(致命的/非致命的、故障予知の可否)と整備・更新内容

ダム用ゲート設備の設計時には、機器等の故障が全体システムの致命的ダメージに波及しないようフェイルセーフの思想が考慮されているが、設計時に組込まれたフェイルセーフを保障し、故障が発生しても設備の致命的ダメージに繋がらない、もしくは致命的な重大故障を引き起こさないよう維持管理を実施しなければならない。

整備・更新等の対応は、以下の2点を主に考慮し決定する。

- 装置・特性の評価（操作に与える影響）
- 故障予知（傾向管理）の可否

よって、個別の設備においても、操作機能に対して致命的な機器等を評価し、当該機器の不具合の発生を回避するような維持管理を実施することにより、設備全体の致命的ダメージを回避する（図 2.4-1～図 2.4-3 参照）。

更に、機器等の故障の起こり方（故障予知の可否）を整理することにより、維持更新上の対応（予防保全／事後保全、時間計画保全／状態監視保全）を設定することが可能となる。

致命的／非致命的、故障予知の可否を考慮した基本的な整備・更新内容の整理を以下に示す。

表 4.2-2 基本的な維持更新内容の整理

致命的/非致命的	故障予知・傾向管理	適した保全方法
致命的	○：可能	状態監視保全＋時間計画保全
	×：不可	時間計画保全
非致命的	○：可能	通常事後保全＋時間計画保全
	×：不可	通常事後保全

注) 経済性を考慮し、非致命的機器についても保全時期を決定するものとする。

1) 装置・機器特性の評価（致命度の考え方）

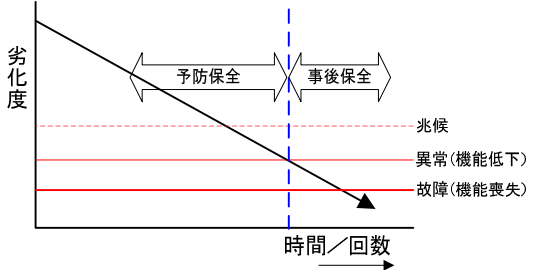
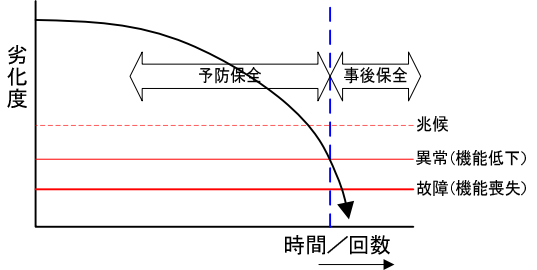
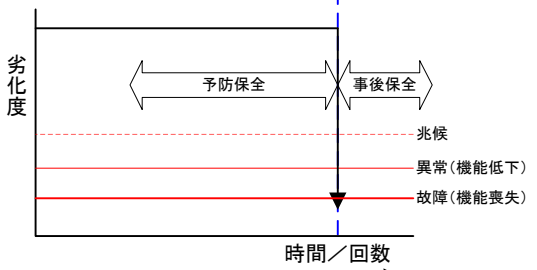
装置・機器特性の評価については、第2章2.4項に示しているが、実際の維持管理においては、個々の設備における構成機器等について致命度の評価を行う必要がある。

2) 故障予知（傾向管理）の可否の考え方（構成要素別の故障の起こり方）

故障予知（傾向管理）の可否を判断するためには、当該機器・部品毎の故障の起こり方（劣化モード）を考慮しなければならない。

劣化モードは、一般的に腐食・経時劣化タイプ、脆化タイプ、突発タイプに分類され、それぞれの劣化モードに適応した保全内容が表 4.2-3 のとおり設定される。

表 4.2-3 故障の起こり方(劣化モード)と整備・更新内容

劣化モード	故障予知傾向管理	保全における取扱い
<p>A. 腐食・経時劣化タイプ</p>  <p>劣化の進行が、時間・使用頻度に比例する場合</p>	<p>○:可能</p>	<p>●状態監視保全</p> <p>定期点検・運転時点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。</p>
<p>B. 脆化タイプ</p>  <p>潜伏期間中は、徐々に劣化が進み、ある時点を過ぎると急激に進行する場合</p>	<p>○:可能</p>	<p>●状態監視保全</p> <p>定期点検・運転時点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。ただし、劣化の兆候が現れてからの進行が急激に進むことが考えられるため、注意が必要である。</p>
<p>C. 突発タイプ</p>  <p>兆候なしに、時間/使用回数に応じて故障が集中して発生する場合</p>	<p>×:不可</p>	<p>故障が突発的に発生することから、事前に不具合の兆候を発見・把握することができない。</p> <p>●時間計画保全</p> <p>当該機器が致命的機器の場合は、経時保全(定期的な更新)を適用し、事前に交換・更新することにより故障の発生を未然に防ぐ。</p> <p>●通常事後保全</p> <p>当該機器が非致命的機器の場合は、事後保全にて対応する。</p>

実際には、腐食についてもステンレス材のすき間腐食などは腐食環境が整った段階から急激に進行する場合もあり、表 4.2-3 の仕分けはモデルとして考えるべきものである。傾向管理にあたっては、計測データの蓄積・計測方法及び解析手法の改善を予断なく行う必要がある。

## 3) 機器の特性と保全方式の整理

表 4.2-4 に致命的／非致命的における機器等の基本的な保全方式を示す。

表 4.2-4 致命的／非致命的における機器・部品の基本的な保全方式

機器等	適した保全方式
致命的	予防保全を適用し、経過年数に伴い定期的に整備・更新（装置の場合）し設備機能に致命的なダメージを生じさせないことを基本とする。 ただし、致命的であっても傾向管理が可能なものは状態監視保全も併せて実施し可能な延命化を図るものとする。
非致命的	事後保全を適用することにより可能な限り継続使用し、機能低下、不具合が発生した時点で対応する通常事後保全の適用を標準とするが、費用対効果を最大限に引き出すための点検・整備は実施するものとする。

この基本的考え方に基づき、ダム用ゲート設備の構成要素の保全方式を整理した例（ローラゲート／ワイヤロープウインチ式開閉装置の例）を図 4.2-2～図 4.2-4 に示す。これらは、現状の知見に基づきまとめたものであり、今後の維持管理データの蓄積と解析、あるいは点検手法の改善によって、状態監視保全適用機器の拡大や時間計画保全における実施時期の精度向上が見込まれる。

なお、致命的かつ傾向管理が難しい機器・部品であり、なおかつ故障が発生した場合に速やかな復旧対応が可能で保存性があるものについては、経済性を充分考慮した上で予備品確保を検討するものとする。

## 4) 通常の保全サイクルで実施する整備と定期整備

図 2.2-1 に示すとおり、維持管理の流れでは点検において機器等の故障及び異常の傾向を発見し、事後保全と健全度評価を実施していくが、点検の結果良好である機器等も、定常的に実施する整備・修繕において清掃・消耗品の交換や細部の調整を実施して信頼性を確保している。

これまで時間計画保全の一つとして実施されている「定期整備」は、通常の保全サイクルでは実施できない大規模な整備・取替・更新等の保全であり、実施単位は一般的に図 2.4-1～図 2.4-3 に示す装置単位になる。図 4.2-2～図 4.2-4 に示すとおり、装置の構成機器にもそれぞれ適した保全方式があり、少なからず定常的に実施する整備において措置されているものがある。したがって、大規模な保全の実施においては、その結果を勘案するとともに、可能な限り傾向管理を採用し、健全度の評価を行うことによって状態監視保全を併用するべきである。

各装置単位の健全度の評価においては、状態監視が不可能な致命的機器の「平均の取替・更新の標準年数」に基づくあるいは設備固有の周期で計画された定期整備の実施時期に対して、定常的な整備の実施状況及び診断の結果も勘案し、保全の実施時期を評価するものとする。評価の指標については、表 4.2-1 に示すとおりである。

ローラゲート扉体の維持管理内容の整理

定期点検の実施により発見される機器であり、かつ速やかに復旧対応可能なものは「事後保全対応」とする。

  : 状態監視保全  
  : 時間計画保全(定期取替・更新)  
  : 事後保全

67

ローラゲート	予想される故障部位・機器	致命的機器	状態監視の可否 <sup>(※1)</sup>	適した <sup>(※1)</sup> 保全方法	点検内容	点検項目	定期整備項目	取替・更新 <sup>(※2)</sup> 目標年数	今後の維持管理方策			
ローラゲート	扉体	構造部	スキムプレート	○	状態監視	一体として管理、管理運転点検時の外観目視 年点検での目視、必要に応じて板厚測定	変形、損傷、腐食、割れ、 板厚減少、塗装損傷・劣化	塗替塗装 (点検結果に応じ)	56~101年	状態監視により判断、定期塗替塗装		
			主桁・補助桁・端縦桁	○	状態監視							
			ボルト・ナット	×	通常事後						年点検での目視、触診	ゆるみ、脱落、損傷、腐食
		支承部	主ローラ・軸・軸受	○	○	状態監視	管理運転点検時の目視、回転確認、年点検での目視	摩耗、損傷、腐食、作動	分解整備 (点検結果に応じ)	ローラ 33-61年 ローラ軸 35-63年 軸受(常) 25-45年 軸受(特) 31-58年 補助ローラ 24-59年 シフ 40-83年	状態監視により判断、定期分解整備	
			補助ローラ・軸・軸受	○	○	状態監視	管理運転点検時の目視、回転確認、年点検での目視	摩耗、損傷、腐食、作動		状態監視により判断、定期分解整備		
		シーブ部	シーブ・シーブ軸・軸受	○	○	状態監視	管理運転点検時の目視、回転確認、年点検での目視	摩耗、損傷、腐食、作動	-	6~16年	故障形態より事後保全	
		水密部	水密ゴム	○	○	通常事後	管理運転点検・年点検での目視、突発的故障が多い	変形、損傷、劣化、漏水	-	-	事後保全	
			ゴム押え板	○	○	通常事後	年点検での目視	変形、損傷	-	-	事後保全	
			ボルト・ナット	○	○	通常事後	年点検での目視、触診	ゆるみ、脱落、損傷、腐食	-	-	事後保全	
		給油装置	給油ポンプ	×	○	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	
			給油配管	×	○	通常事後	年点検での目視	変形、損傷、漏油	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	
			分配弁	×	○	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	
		戸当り	取外し部	主ローラレール	○	○	状態監視	年点検での目視	変形、損傷、腐食、割れ	塗替塗装 (点検結果に応じ)	-	状態監視により判断、普通鋼は定期塗替塗装
				補助ローラレール	○	○	通常事後	年点検での目視	変形、損傷、腐食、割れ	-	-	事後保全
				ボルト・ナット	○	○	通常事後	年点検での目視、触診	ゆるみ、脱落、損傷、腐食	-	-	事後保全
			埋設部	底部戸当り(水密板)	○	×	通常事後	年点検での目視、時間計画保全は難しい	変形、損傷、腐食、割れ	-	-	事後保全(埋設戸当りは、実質的に事後保全となる)
				側部戸当り(レール・水密板)	○	×	通常事後	年点検での目視、時間計画保全は難しい	変形、損傷、腐食、割れ	-	-	事後保全(埋設戸当りは、実質的に事後保全となる)
				ワイヤロープウインチ式 開閉装置	(別紙参照)	設備機能において致命的となるもの	(※1) ここでいう「状態監視」はセンサ等を利用したオンラインモニタリングのことではなく、定期点検等による劣化傾向の継続的な把握のことをいう	(※2) 取替・更新時期は使用条件、環境により大きく左右され、上記年数は、あくまで標準的な目安であり、実際の更新にあたっては、現況を十分確認することが重要である。	(※3) 無給油軸受の採用を前提とするため、設置年次の古い設備で無給油軸受が採用されていない場合は注意が必要である。			

図 4.2-2 維持管理内容の整理(ローラゲートの例)

ワイヤロープウインチ式開閉装置の維持管理内容の整理

定期点検の実施により発見される機器であり、かつ速やかに復旧対応可能なものは「事後保全対応」とする。

○：状態監視保全  
 ×：時間計画保全(定期取替・更新)  
 ○：事後保全

ワイヤロープウインチ式開閉装置	予想される故障部位・機器	致命的機器	状態監視の可否 <sup>(※1)</sup>	適した <sup>(※1)</sup> 保全方法	点検内容	点検項目	定期整備項目	取替・更新 <sup>(※2)</sup> 目標年数	今後の維持管理方針	
ワイヤロープウインチ式開閉装置	構造体	架台フレーム	○	○	状態監視	年点検での目視	たわみ、変形、割れ	塗替塗装 (点検結果に応じ)	-	状態監視により判断、定期塗替塗装
		ボルト・ナット	×	○	通常事後	年点検での目視、触診	ゆるみ、脱落、損傷、腐食	-	-	事後保全
	動力部	主電動機	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、触診、聴診、年点検での測定、触診、聴診	振動、異音、温度、電流、電圧、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に応じ)	17~34年	状態監視により判断、定期分解整備
		予備電動機	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、触診、聴診、年点検での測定、触診、聴診	振動、異音、温度、電流、電圧、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に応じ)	17~34年	状態監視により判断、定期分解整備
		内燃機関(予備エンジン)	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、触診、聴診、動作確認、年点検での測定、触診、聴診、動作確認	始動性、振動、異音、漏油、燃料油量、潤滑油量、Vベルト	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に応じ)	-	状態監視により判断、定期分解整備、定期潤滑油取替
	制動部	電磁ブレーキ	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、年点検での目視、測定	作動、ラニング(隙間・摩擦)、漏油、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に応じ)	27~50年	状態監視により判断、定期分解整備
		油圧押し式ブレーキ	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、年点検での目視、測定	作動、ラニング(隙間・摩擦)、漏油、絶縁抵抗	分解整備、作動油取替 (点検結果に応じ)	27~45年	状態監視により判断、定期分解整備、定期作動油取替
	減速装置	減速機	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、聴診、触診、年点検での目視、測定、聴診、触診	振動、異音、温度、潤滑油量、油劣化	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に応じ)	23~43年	状態監視により判断、定期分解整備、定期潤滑油取替
		ドラムキア・ピニオン・中間ギア	○	○	状態監視	管理運転点検での聴診、年点検での目視、測定、聴診	異音、損傷、歯当り、バックラッシュ	-	31~58年	状態監視により判断
	動力伝達部	切替装置	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、聴診、触診、年点検での目視、測定、聴診、触診	作動、振動、異音、温度、漏油、潤滑油量、油劣化	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に応じ)	31~52年	状態監視により判断、定期分解整備、定期潤滑油取替
		手動装置	×	○	通常事後	管理運転点検・年点検での目視、作動確認、触診	作動、異音	分解整備 (点検結果に応じ)	-	事後保全
		伝導軸	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、年点検での目視	変形、損傷	-	-	状態監視により判断
		軸受	○	○	状態監視	管理運転点検での聴診、触診、年点検での目視、測定、聴診、触診	振動、異音、温度、芯振れ、摩擦	分解整備 (点検結果に応じ)	29~58年	状態監視により判断、定期分解整備
		軸継手	○	○	状態監視	管理運転点検での聴診、触診、年点検での目視、聴診、触診	振動、異音、芯振れ	分解整備 (点検結果に応じ)	22~41年	状態監視により判断、定期分解整備
	扉体駆動部	巻上ドラム・ドラム軸	○	○	状態監視	年点検での目視	変形、損傷、摩擦、ロープ端未ゆるみ・脱落	-	-	状態監視により判断
		機械台シブ・軸・軸受	○	○	状態監視	管理運転点検での作動確認、年点検での目視	摩擦、損傷、腐食、作動	分解整備 (点検結果に応じ)	34~63年	状態監視により判断、定期分解整備
		ワイヤロープ	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、年点検での目視、測定	汚れ、変形、発錆、摩擦、索線切れ	油脂取替 (点検結果に応じ)	8~18年(常用) 8~24年(待機)	状態監視により判断
	保護装置	ワイヤロープ端末調整装置	○	○	状態監視	管理運転点検での目視、年点検での目視	ロケットゆるみ、ソケット脱落、ロープゆるみ	分解整備 (点検結果に応じ)	23~52年	状態監視により判断、定期分解整備
		制限開閉器	○	×	時間計画	管理運転点検での目視、年点検での作動確認	作動、変形、損傷	分解整備・定期取替 (点検結果に応じ)	26~49年	定期分解整備、取替目標年数にて定期取替
		リミットスイッチ	○	×	時間計画	管理運転点検での目視、年点検での作動確認	作動、変形、損傷	定期取替	(14~45年)	取替目標年数にて定期取替
休止装置	休止装置	×	○	通常事後	年点検での目視、動作確認	作動	-	-	事後保全	
開度計	主および副開度計	○	○	状態監視	管理運転点検・年点検での作動確認	作動	分解整備 (点検結果に応じ)	19~42年	状態監視により判断、定期分解整備	
給油装置	給油ポンプ	×	○	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	
	給油配管	×	○	通常事後	年点検での目視	変形、損傷、漏油	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	
	分配弁	×	○	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	-	事後保全 無給油軸受を前提とする <sup>(※3)</sup>	

○：設備機能において致命的となるもの

(※1) ここでいう「状態監視」はセンサ等を利用したオンラインモニタリングのことではなく、定期点検等による劣化傾向の継続的な把握のことという

(※2) 取替・更新時期は使用条件、環境により大きく左右され、上記年数は、あくまで標準的な目安であり、実際の更新にあたっては、現況を十分確認することが重要である。

(※3) 無給油軸受の採用を前提とするため、設置年次の古い設備で無給油軸受が採用されていない場合は注意が必要である。

図 4.2-3 維持管理内容の整理(ワイヤロープウインチ式開閉装置の例)



制御機器(機側操作盤)の維持管理内容の整理

定期点検の実施により発見される機器であり、かつ速やかに復旧対応可能なものは「事後保全対応」とする。(機側操作盤一式としては致命的な装置であり時間計画保全にて更新されることが多い)

□ : 状態監視保全  
 □ : 時間計画保全(定期取替・更新)  
 □ : 事後保全

69

制御機器(機側操作盤)		予想される故障部位・機器	致命的機器	状態監視の可否 <sup>(※1)</sup>	適した <sup>(※1)</sup> 保全方法	点検内容	点検項目	定期整備項目	取替・更新目標年数 <sup>(※2)</sup>	今後の維持管理方策	
制御機器 (機側操作盤)	盤躯体	盤躯体	×	○	通常事後	管理運転点検での目視、年点検での目視、計測	清掃状態、乾燥状態、絶縁抵抗	—	13~25年	事後保全	
		計器類	電流計	×	×	通常事後	管理運転点検での目視、年点検での目視、計測	電流値、0点確認	—	—	事後保全
		電圧計	×	×	通常事後	管理運転点検での目視、年点検での目視、計測	電圧値	—	—	事後保全	
	制御回路	リレー類	補助リレー	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での聴診、触診、作動確認	作動、異常音	定期取替	(14-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
			3Eリレー	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での目視、作動確認	作動、設定値	定期取替	(14-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
			サーマルリレー	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での作動確認	作動	定期取替	(14-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
			タイマ	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での目視、作動確認	作動、設定値	定期取替	(14-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
			スイッチ類	押釦スイッチ	○	○	状態監視	管理運転点検の実施、年点検での作動確認	作動	—	(14-27年) <sup>(※3)</sup>
			切替スイッチ	○	○	状態監視	管理運転点検の実施、年点検での作動確認	作動	—	(14-27年) <sup>(※3)</sup>	状態監視により判断
		PLC	電源ユニット	○	×	時間計画	年点検での測定	電圧	定期取替	—	取替・更新目標年数にて定期更新
			バッテリー	○	×	時間計画	年点検での目視	状態、使用年数	—	—	取替・更新目標年数にて定期更新
			ヒューズ	○	×	時間計画	年点検での目視	溶断、使用年数	定期取替	—	取替・更新目標年数にて定期更新
			制御ユニット	○	×	時間計画	年点検での目視、作動確認、測定	作動	定期取替	—	取替・更新目標年数にて定期更新
	配線	盤内配線	○	○	状態監視	年点検での目視、触診	配線状態、ゆるみ、脱落	—	—	状態監視により判断	
		端子台・取付ホルト	×	○	通常事後	年点検での目視、触診	腐食、ゆるみ、脱落	—	—	事後保全	
表示灯・その他	表示灯	×	×	通常事後	年点検での目視	点灯	—	—	事後保全		
	盤内蛍光灯	×	×	通常事後	年点検での目視	点灯	—	—	事後保全		
動力回路	開度指示計	開度指示計	○	×	時間計画	年点検での目視、作動確認、測定	指示値	—	—	取替・更新目標年数にて定期更新	
		開閉器類	電磁接触器	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での目視、作動確認、聴診	作動、異常音、接点	定期取替	(13-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
			漏電継電器	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での作動確認	作動	定期取替	(13-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新
		避雷器	○	×	時間計画	管理運転点検の実施、年点検での目視、触診	ランプテスト	定期取替	(13-27年) <sup>(※3)</sup>	取替・更新目標年数にて定期更新	
	配線	盤内配線	○	○	状態監視	年点検での目視、触診	配線状態、ゆるみ、脱落	—	—	状態監視により判断	
		端子台・取付ホルト	×	○	通常事後	年点検での目視、触診	腐食、ゆるみ、脱落	—	—	事後保全	
	その他	スペースヒータ	×	×	通常事後	年点検での作動確認	作動	—	—	事後保全	
配管		×	○	通常事後	年点検での目視	ひび割れ、腐食	—	—	事後保全		

□ : 設備機能において致命的となるもの

(※1) ここでいう「状態監視」はセンサ等を利用したオンラインモニタリングのことではなく、定期点検等による劣化傾向の継続的な把握のことをいう

(※2) 参考値とする。

(※3) 取替・更新時期は使用条件、環境により大きく左右され、上記年数は、あくまで標準的な目安であり、実際の更新にあたっては、現況を十分確認することが重要である。

図 4.2-4 維持管理内容の整理(機側操作盤の例)

### 4.3 設置条件の評価

- 1) ダム用ゲート設備等の構成機器等の適切な評価のため、当該機器の使用条件・環境条件等、健全度に影響する設置条件の評価を行うものとする。
- 2) 設置条件は、以下のとおりレベル分けする。

設置条件	内容
レベル a 高 (悪い)	使用条件、環境条件がともに悪いもの
レベル b 中	使用条件もしくは環境条件のどちらかが悪いもの
レベル c 低 (良い)	使用条件、環境条件がともに良いもの

#### 【解説】

設置条件とは、ダム用ゲート設備等の使用条件・環境条件等、設備が設置されている条件であり、設置条件を評価・分類し、整備・更新の優先度の評価に考慮すべきものである。

#### (1) 評価項目

ゲート設備は、鋼構造（扉体）と開閉装置等の機械要素から構成される構造物である。設置条件を経年的劣化に関わる項目として評価する場合、以下のとおり「使用条件」及び「環境条件」に分類できると考え、これらを設置条件評価の項目（評価軸）としマトリクスにより評価する。なお、設置条件評価については、設備区分レベルⅠ・Ⅱとも共通とし、同様の評価を適用するものとする。

表 4.3-1 設置条件評価項目

評価項目(評価軸)	内容
使用条件	ダム用ゲート設備等の使用条件（鋼構造部の疲労、開閉装置・摺動部の摩耗等）の過酷さを評価する。
環境条件	ダム用ゲート設備等を取り巻く自然環境条件（水質条件、大気条件等）の過酷さや設備へのアクセス条件の難易度を評価する。

上記評価項目は、基本的な考え方を示したものであり、実際の適用にあたっては、管理者が実状に応じカスタマイズの上適用するものとする。カスタマイズについては、各地方整備局内等にて、それぞれの考え方の整理を実施することが望ましい。

## 1) 使用条件の評価

ダム用ゲート設備等のうち、扉体等の鋼構造部は荷重条件により疲労度合が異なり、開閉装置やローラ・シーブ等の回転部・摺動部は使用頻度により摩耗の進行が異なる。また大多数のゲート設備は待機系設備であり、管理運転点検（待機系）実施の可否が使用条件に大きな影響を与えと考えられる。上記より使用条件の評価要素として以下の要素等が挙げられる。

- 使用頻度 （開閉装置、摺動部の摩耗に関わる要素。管理運転点検実施の可否を考慮（できない場合は悪評価））
- 荷重状態 常時閉（荷重状態）／常時開（非荷重状態）（扉体構造部の疲労に関わる要素）
- 供用年数 （設置後からの供用年数（経過年）は設備の状態を端的に評価する指標）
- 冗長性 （冗長性の有無はトラブル時の設備の信頼性・安全性を評価する指標。一般的に完全な冗長性のあるゲート設備等はほとんど見られないが、ダム用ゲートでは同形ゲートの複数門設置は多く、ある程度の冗長性は有していることもあると考える。）

これらを組み合わせ、表 4.3-2 のとおり使用条件の強弱（悪／通常／穏和）を評価する。

## 2) 環境条件の評価

ダム用ゲート設備等の主要部である扉体・戸当りは基本的に鋼構造物であり、取り巻く自然環境により腐食等の劣化進行速度が異なるはずである。また開閉装置の電気品にとって絶縁状態が悪化する多湿環境等は好ましくない。腐食・摩耗・多湿等に関わる要素としては以下が挙げられる。

- 水質条件 （腐食性が高い水質、扉体に対しての条件）
- 土砂条件 （戸当り・放流管に対しての条件）
- 常時接水／常時非接水 （扉体に対しての条件）
- ステンレス鋼の採用 （扉体に対しての条件）
- 凍結条件 （扉体に対しての条件）
- 屋内設置／屋外設置 （開閉装置に対しての条件）
- 復旧の難易度 （開閉装置に対しての条件）
- 温湿条件 （開閉装置に対しての条件）

これらの要素を組合せ、表 4.3-3 のとおり環境条件の強弱（悪／通常／穏和）を評価する。

表 4.3-2 使用条件評価(扉体構造部・開閉装置等別)

使用頻度評価	対象区分	内 容	ゲート・バルブ例
使用条件悪	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 常時閉状態等、年間の大部分にわたり水圧荷重を支持しているもの</li> <li>● 常時取水・流量調節等、年間の大部分にわたり稼働状態にあるもの</li> <li>● 設置 50 年以上を経過するもの</li> </ul>	選択取水設備、常用洪水吐設備（主ゲート）、小容量放流設備（主バルブ）等
	開閉装置等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 常用系のゲート設備で、日常的（1 回以上/日）に稼働しているもの</li> <li>● 管理運転の実施が難しく、機器の状況把握が難しいもの</li> <li>● 設置 30 年以上を経過するもの</li> </ul>	選択取水設備、小容量放流設備（主バルブ）等
使用条件通常	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 年間のある一定時期、水圧荷重を支持しているもの</li> <li>● ボンネット等、構造の一部が常時水圧を受けている状態にあるもの</li> </ul>	非常用洪水吐設備 小容量放流設備（副バルブ）等
	開閉装置等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 待機系のゲート設備で、管理運転が可能であり、管理運転を含めて 1 回以上/月稼働しているもの</li> </ul>	非常用洪水吐設備、常用洪水吐設備（主ゲート）等
使用条件穏和	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 常時開状態等、年間の大部分にわたり水圧荷重を支持していないもの</li> </ul>	予備ゲート、修理用ゲート、副バルブ等
	開閉装置等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 待機系のゲート設備で、管理運転が可能であるが、管理運転を含めて 1 回未満/月稼働しているもの</li> </ul>	予備ゲート、修理用ゲート、副バルブ等

注 1) 放流管の使用条件は、その構造を考慮し「穏和」を基本とする。

上記使用条件が、対象設備に対し適切に該当しない場合、使用頻度を独自にカスタマイズする、もしくは同形ゲートが複数門設置されており洪水量によってはある程度の冗長性が得られる場合は評価を緩和する等のバリエーションが考えられる。いずれにしろ、管理者が実状に合せて検討の上決定する。

表 4.3-3 環境条件評価(扉体構造部・開閉装置等別)

設置環境評価	対象区分	内 容	ゲート・バルブ例
設置環境悪	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水質条件が悪く(腐食性が高い水質)かつ年間の大部分にわたり接水している扉体等</li> <li>● 土砂の多い環境により、機器に悪影響が見られるもの</li> <li>● 凍結等により機器に悪影響が見られるもの</li> </ul>	酸性水質や土砂の多いダムに設置されている非常用洪水吐設備、常用洪水設備、選択取水設備、小容量放流設備、放流管 等
	開閉装置等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 屋外設置されているもの</li> <li>● 屋内設置だが、多湿、低温等の過酷な環境にあり、機器に悪影響が見られるもの</li> <li>● 屋内設置だが、アクセスの難易度等より、故障時からの復旧に多くの時間を要すると予想されるもの</li> </ul>	常用洪水吐設備(主ゲート)、小容量放流設備(主・副バルブ)、ダム堤体内に設置されている屋内開閉装置 等
設置環境通常	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水質条件は良いが、年間の大部分にわたり接水している扉体等</li> <li>● 年間のある一定時期、接水している扉体等</li> </ul>	選択取水設備、非常用洪水吐設備、常用洪水吐設備(主ゲート)、小容量放流設備(主・副バルブ)、放流管 等
	開閉装置等	● 通常の屋内設置されている開閉装置等	ダムクレスト等に設置されている通常の屋内設置の開閉装置
設置環境穏和	扉体構造部等	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 年間の大部分にわたり大気中で待機している扉体等</li> <li>● 常時接水しているがステンレス製の扉体等(腐食性の高い水質の場合は、普通鋼に準じる→設置環境悪)</li> </ul>	予備ゲート、修理用ゲート、制水ゲート、ステンレス製ゲート 等
	開閉装置等	● 屋内に設置されている開閉装置で、アクセスが容易でかつ維持管理スペースが十分確保されているもの、湿度対策等が十分に図られているもの等	通常より条件が良いと思われるもの。

上記環境条件についても、現場の実情を考慮しカスタマイズを検討する。

(2) 評価マトリクス

マトリクスによる設置条件評価の基本的な考え方を以下に示す。実際の適用にあたっては、管理者が実状に応じカスタマイズの上、適用するものとする。地域に合った評価項目とすることが重要であり、各地方整備局等内にて考え方を整理することが望ましい。

上記、使用条件評価（悪／通常／穏和）と、環境条件評価（悪／通常／穏和）を、以下のマトリクスにより組合せ、設置条件レベル（レベル a、b、c）を決定する。

**設置条件評価マトリクス例**

使用条件	悪			レベルa
	通常		レベルb	
	穏和	レベルc		
		穏和	通常	悪
		環境条件		

図 4.3-1 「使用条件」と「環境条件」を同一ウエイトで評価する例

ただし、上記マトリクスの色分け（レベル分け）は、あくまで基本形とし、各管理者が現場の状況に合わせてカスタマイズし適用するものとする。よって現場の状況に即した評価手法を検討することが必要となる。

以下に、環境条件にウエイトを置いた例と、使用条件にウエイトを置いた例を示す。

使用条件	悪			レベルa
	通常		レベルb	
	穏和	レベルc		
		穏和	通常	悪
		環境条件		

環境条件にウエイトを置いた例

使用条件	悪			レベルa
	通常		レベルb	
	穏和	レベルc		
		穏和	通常	悪
		環境条件		

使用条件にウエイトを置いた例

図 4.3-2 管理者によるマトリクスのカスタマイズ例

#### 4.4 機能的耐用限界の評価

設備の経年劣化あるいは運用条件の変化に伴い、設備機能の改善が必要と認められる場合、機能的耐用限界と判断し更新を実施する。

##### 【解説】

取替・更新を実施する際は、「機能的耐用限界」を評価し、経済性も考慮しながら取替・更新範囲を決定する必要がある。つまり機器・部品等の部分的な取替が対象であっても、社会的もしくは技術的な陳腐化が見られる場合は、全体の更新を実施したほうが長期的には得策ということもあり得ることに留意する。

##### (1) 機能的耐用限界の考え方

設備・機器の経年に伴い、機能的に現状設備・機器の改善の必要性が認められる場合、機能的耐用限界と判断し取替・更新を実施する。事例として以下の2ケースが考えられ、該当する場合は健全度の評価において優先度が低くても運用上のリスクが高いことから、具体的な対応策を検討した上で更新対象とすべきである。

- ① 関連諸法令の改正により、装置・機器の整備あるいは更新が必要となっている場合
- ② 予備品・取替部品の製造中止に伴う調達が困難な場合

なお、各項目とも具体的な対応策を検討する際は、機能面の追加・変更だけでなく維持管理上の信頼性が低下しないよう十分に配慮するものとする。

基本的な機能的耐用限界の考え方を図 4.4-1 に示す。

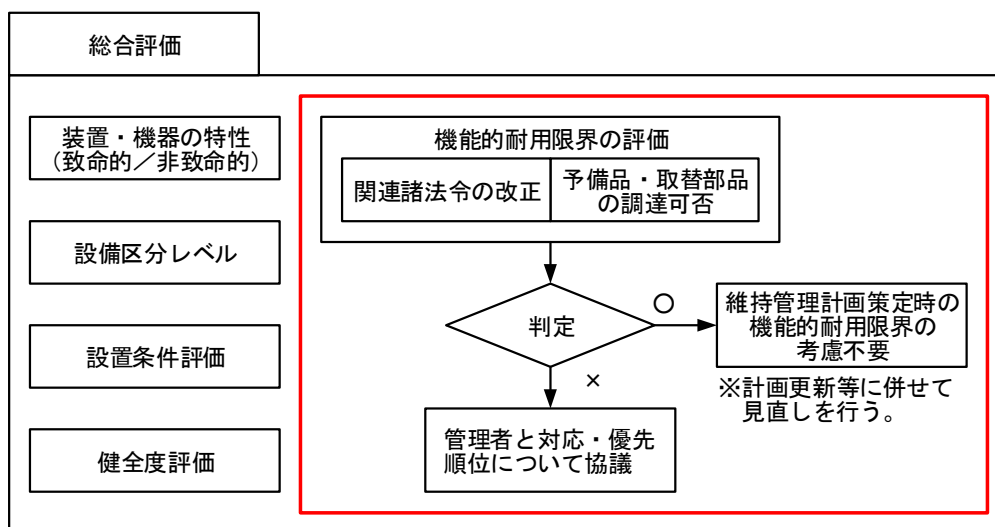


図 4.4-1 機能的耐用限界の評価フロー

## (2) 評価項目

機能的耐用限界に関する評価項目を、表 4.4-1 に示す。

表 4.4-1 機能的耐用限界 評価項目

評価項目	説明
● 関連諸法令の改正	関連諸法令が改正され、装置・機器の整備あるいは更新が必要となるもの
● 予備品・取替部品 調達の可否	機器・部品が製造中止になっており、取替の際、当該の予備品調達が困難な場合 等



## 4.5 総合評価

整備・更新実施にあたっては、装置・機器の特性を考慮したうえで健全度評価結果に設備区分レベル、設置条件、設置からの経過年数等も考慮し実施の優先度を総合的に評価する。

### 【解説】

総合評価では、2章2.3節の設備区分の評価及び本章4.2節～4.4節において述べてきた健全度の評価、設置条件の評価及び機能的耐用限界の評価によりレベル分けされた結果を踏まえ、設置からの経過年数と標準的な取替・更新年数（第2章2.5節）も考慮し、整備・取替・更新実施における優先順位を総合的に決定する。

#### (1) 総合評価取りまとめ

総合評価（維持管理計画を含む）の取りまとめ例を表4.5-1に示す。ただし、同表は管理者が決めた評価項目に従いカスタマイズされるべきものである。

また、機器・部品の調達等を含む復旧時間が問題になるような場合や、優先度以外の要因により早急な対応が必要な場合、対応実施に何らかの調整が必要な場合等、特別な留意事項や当該設備特有の条件等があれば評価に加味するものとする。よって、評価方法は現場によって柔軟な対応が可能なものとする。

表 4.5-1 総合評価 取りまとめ表(例)

設備名称	設備区分 レベル	種別	形式	部位	状況 健全度評価	点検 結果	健全 度	致命的 機器・部位	傾向 管理	保全 方法	設置条件 評価	設置年 (経過年数)	取替更新 年数	対策工 実施内容	機能的耐 用限界	総合評価 優先度	総合評価の考え方
非常用 放流設備	レベルⅠ	扉体 構造	ラジアルゲート	水密ゴム	損傷(漏水あり)	×	×	○	×	事後 保全	レベル b	1986年 (23年)	14年更新 (参考)	水密ゴム取 替	○	1	健全度×評価ゆえ緊急対応とする。
		開閉 装置	電動ワイヤロープウインチ式	-	---	○	○	-	-	-	レベル b	-	-	-	○		
主流設備 主ゲート	レベルⅠ	扉体 構造	高圧ラジアルゲート	水密ゴム	不具合 (一時的な漏水)	△	△3	○	×	事後 保全	レベル a	1995年 (14年)	14年更新 (参考)	水密ゴム当 り調整	○	経過観察	既に傾向が見えるが、事後保全対応であり、未だ△評価であり経過観察とする。
				開度計	不具合(作動不良)	△	△1	○	○	状態 監視	レベル a	1996年 (13年)	18年 分解整備	分解整備	○	2	優先度高。状態を見ながら早期に対応する。
				充水装置	-	△	△1	○	○	状態 監視	レベル a	1986年 (23年)	-	充水装置更 新	○	2	優先度高。状態を見ながら早期に対応する。
		開閉 装置	油圧シリンダ式	-	-	-	-	-	-	レベル a	-	-	-	○			
主流設備 予備ゲート	レベルⅠ	扉体 構造	高圧ローラゲート	扉体・戸当り	発錆・塗 装劣化	△	△	○	○	状態 監視	レベル c	1997年 (12年)	約10年 塗替	塗替塗装	○	4	優先度低。状態を見ながら早期に対策時期を決定する。
		開閉 装置	電動ワイヤロープウインチ式	機側操作盤	発錆・塗 装劣化	△	△	○	×	時間 計画	レベル c	1986年 (23年)	25年 更新	機側操作盤 更新	×	3	傾向管理不可ゆえ、取替・更新年数を考慮し更新時期を計画する。
放流管	レベルⅠ	構造 部	鋼製放流管(大容量)	放流管管胴	発錆・塗 装劣化	△	△	○	○	状態 監視	レベル c	1999年 (10年)	約15年 塗替	塗替塗装	○	4	優先度低。状態を見ながら早期に対策時期を決定する。
選択取水 設備	レベルⅡ	扉体 構造	半円形多段式ゲート	扉体・戸当り・ 点検ステージ	発錆・塗 装劣化	△	△	○	○	状態 監視	レベル a	1986年 (23年)	約10年 塗替	塗替塗装	○	6	優先度高、塗替時期を大きく超過 おり早期に対策時期を決定する。
				上段扉 ガイドローラ	回転不良	△	△	○	○	状態 監視	レベル a	1986年 (23年)	28年 分解整備	ガイドロー ラ分解整備	○	6	優先度高、不具合が見えており早期に対 策時期を決定する。
		開閉 装置	電動ワイヤロープウインチ式	-	---	△	△	○	○	-	レベル a	-	-	-	○		
利水 放流設備 主ゲート	レベルⅡ	扉体 構造	高圧ラジアルゲート	扉体・ケーシング	発錆・塗 装劣化	△	△	○	○	状態 監視	レベル b	1986年 (23年)	約10年 塗替塗装	塗替塗装	○	6	優先度高、塗替時期を大きく超えており 早期に対策時期を決定する。
利水 放流設備 副ゲート	レベルⅡ	扉体 構造	高圧スライドゲート	水密部	漏水	×	×	○	○	事後 保全	レベル b	1986年 (23年)	-	水密部調整	○	5	健全度×評価ゆえ緊急対応であるが、利 水設備レベルⅡであることを考慮する。
				扉体・ケーシング	発錆・塗 装劣化	△	△2	○	○	状態 監視	レベル b	1986年 (23年)	約10年 塗替塗装	塗替塗装	○	7	優先度中、状態を見ながら実施時期を決 定する。
		開閉 装置	油圧シリンダ式	-	---	○	○	-	-	-	レベル b	-	-	-	○		
放流管	レベルⅡ	構造 部	鋼製放流管(小容量)	放流管管胴	発錆・塗 装劣化	△	△2	○	○	状態 監視	レベル c	1997年 (12年)	-	-	○		

専門技術者による定期点  
検結果「○」「△」「×」の  
判定による。(B)

(A)から、管理者が検討  
を行う。健全度は「△」の  
ものが基本となる。「△1、  
△2、△3」を細分化。(C)

設備機能に対する影響度  
(致命的/非致命的)を判  
断する。(D)

維持管理における傾向管  
理の可否を判断する。  
(E)

(D)及び(E)から、維持更  
新の対応(時間計画、状  
態監視、事後保全)が決  
定される。

使用条件と環境条件によ  
る設置条件レベル(F)

機器毎の設置からの経過  
年(G)

関連諸法令の改正等によ  
る対応の要否(H)

(A)(C)(D)(F)(H)を勘  
案して整備実施の優先度  
を整理する。

## 第5章 整備・更新

### 5.1 整備の基本

- 1) 整備は、ダム用ゲート設備等の基本的な維持管理活動の一つとして、設備の機能を維持もしくは復旧し、信頼性の確保を目的として適切な内容で実施する。
- 2) 状態監視保全が難しい重要な致命的機器及び該当機器を含む装置については、中長期保全計画に基づき定期的に整備を実施する。なお、通常の保全サイクルについては、年点検・月点検の結果に基づき、構成機器等の機能維持を目的として清掃・給油脂・調整・修理・取替・塗装など定常的な整備を適切に選択して実施する。

#### 【解説】

#### (1) 整備の基本

外観上からは状態が確認できない場合に、機器を分解し内部の状態を確認する整備を「分解整備（オーバーホール）」といい、分解点検と同時に実施する。また経年による「塗替塗装」も整備に含めるものとする。

ダム用ゲート設備等の場合、待機系設備が多くを占めることから、月点検・年点検の結果に伴い実施されることが多い。

#### (2) 整備の区分

整備の区分別の内容を以下に示す。

##### 1) 点検整備

点検整備とは、点検後もしくは点検中に行う清掃、給油脂、手工具等による簡易な機械・電気部品の調整・取替作業をいう。基本的に点検作業の一環として実施される。

また、点検結果に基づく必要な整備も点検整備という。

##### 2) 定期整備

定期整備とは、設備の機能維持（設備の損傷、異常予防等）を目的に、予め定められた期間に実施する整備作業をいう。定期整備には、清掃、給油脂、定期取替、分解整備（オーバーホール）、塗替塗装等が含まれる。

清掃、給油脂は、設備を構成する機械要素を正常な状態に保つために必要不可欠であり、もっとも基本的な整備である。したがって清掃・給油脂は、設備の取扱説明書に基づき確実に実施しなければならない。

なお、清掃、給油脂は点検整備時においても十分留意し必要に応じて実施しなければならない。

塗替塗装や油圧作動油・減速装置潤滑油の取替は、経費もかさむものであり、定期整備に分類されるものではあるが、点検の結果に基づくことはもちろん単に経過時間や目視的な判断のみならず、計測等によって定量的な根拠に基づいて実施の判断をしなければならない。

なお、塗替塗装は、機械工事塗装要領(案)・同解説(国土交通省 平成22年4月)の塗装劣化の判断基準に従って実施するものとし、優先順位の考え方については本マニュアルに準じるものとする。

### 3) 定期取替

定期取替は、設備の機能維持、信頼性の確保を目的とした予防保全(時間計画保全)であり、一定時間毎に機器・部品を取替える整備作業をいう。経年劣化の進行が確認しにくく、設備機能にとって致命的な電気・電子機器・部品に適用されることが多い。

## 5.2 整備の実施方針

- 1) 整備の実施にあたっては、設備の機能・目的、設置環境、当該設備や機器等の特性を考慮し、適正かつ合理的な整備計画を策定しなければならない。
- 2) 整備の実施にあたっては、仮設設備や安全設備等、安全対策等に留意して計画・実施しなければならない。
- 3) 整備は、基本的に専門技術者により実施するものとし、故障が発見された場合の適切な事後保全の体制を確保しなければならない。

### 【解説】

#### (1) 整備の計画

整備は、設備の機能維持のために定期的（定期整備）に、もしくは点検や診断の結果に基づき適宜実施する。ダム用ゲート設備等においては、年点検と定期整備が同時に連続して実施される場合が多い。また、点検において軽度な不具合が検知されれば、手工具等による簡単な機械・電気部品の調整・取替等の点検整備も同時に実施されることが多い。

整備作業は、専門技術者により実施され、主として工具、機械、器具、計測機器等を用いて行うが、実施にあたっては仮設設備や安全設備等の設置も必要な場合が多く、かつ設備を使用（荷重）状態で行うことが避けられないことから、安全対策には十分留意して計画・実施する必要がある。特に、扉体を吊下げた状態で行う開閉装置等の整備並びに分解あるいは動力の切換え操作時には、確実な自重降下防止対策をとる。

整備の必要から、設備・機器を操作する場合には、ダム本体並びに貯水池、周辺湖岸・上下流河川等の状況、当該設備・機器の状態、関連設備・機器への影響、事象の変化等を考慮して行う。

整備にあたっては、健全度の評価内容を踏まえ、画一的に取替や塗替塗装を行うのではなく、以下を考慮し適正かつ合理的・経済的な整備計画を策定しなければならない。

- 点検結果もしくは過去の点検結果の履歴
- 当該設備の設置環境及び使用条件
- 目的
- 設備の建設又は更新後の経過時間
- 稼動状況
- 今後の使用計画及び更新計画の有無
- 当該設備・機器が確保すべき機能・信頼性の程度（取替・更新の標準年数）
- 塗料その他の防食材料、部品・油脂等の耐久性や劣化度その他の品質特性

なお、整備を実施するにあたり以下に留意する。

- 塗替塗装時に点検・整備を実施することにより仮設機材の共用を図る等、経費の節減も検討する必要がある。また、洪水調節を目的としたダム用ゲート設備等は、洪水期間はいつでも稼働できることが必要であり、定期整備の実施期間は非洪水期に限定される。また、低水放流設備のように常時使用状態にある設備については、発電が停止される期間等に合せて整備計画を立案する。
- ダム用ゲート設備等はダム堤体内に設置されることが多いため、重機のアクセスが難しいこともあり、故障した場合、機能復旧までに多くの時間・経費を要するおそれがある。また、整備実施にあたり、綿密な実施計画はもちろん、修理用ゲート、仮設足場、大型重機等、現場状況に応じた仮設設備の検討・計画が重要となる。また、使用するクレーン類その他の機械・機器及び作業用足場等の仮設機材並びに施工法の選定にあたっては、安全と作業性を確保する。
- 主要機器の取替については、後述する 5.3「取替・更新の実施方針」に従い、設備・機器の諸条件を総合的に評価の上、計画的に実施する。

### 5.3 取替・更新の実施方針

- 1) 取替・更新は、設備、装置、機器の機能等が低下し、修繕による機能維持あるいは機能復旧ができなくなり、信頼性、安全性が維持できなくなったと判断された場合、もしくは機能的耐用限界の評価結果、取替・更新が必要と判断された場合に実施する。
- 2) 機器の取替は、点検結果（健全度評価）等に応じて適切な内容で、かつ計画的・効率的に実施する。

#### 【解説】

#### (1) 取替・更新の実施

取替・更新は、ダム用ゲート設備等の保守管理を適切に実施しているにもかかわらず、新設時と比較して設備の機能等が低下し、信頼性、安全性が維持できなくなったと判断された場合、又は設備を構成する機器等が経年劣化等により安定した機能・性能を得ることができなくなり寿命と判断された場合に、新しいものに設置し直すもので、正常な機能の確保を目的として設備・装置あるいは機器を対象として計画的・効率的に実施する。

なお、本節で扱う「取替・更新」は、コスト的にも大きな設備構成要素の主要機器が対象であり、定常的に実施する整備の範囲内である簡単かつ安価な機械・電気部品の取替は対象外とする。

取替・更新は、対象設備・装置・機器等の重要性等に応じて適切な時期に計画的かつ経済的に実施することが重要である。したがって、設備のライフサイクルコストを考慮し長期的視点に立った取替・更新計画を策定し、計画的に実施しなければならない。また取替・更新は、コスト削減を念頭に、できるだけ標準品、汎用品を使用する等の方策を講じなければならない。

#### (2) 取替・更新の実施単位

取替・更新の実施においては、点検・診断の結果による健全度、機器の特性である致命的／非致命的の別、故障予知（傾向管理）の可否、取替や更新標準年数、機能的耐用限界及び経済性等を考慮し、範囲（機器単位、装置単位、設備単位）を決定しなければならない。

#### (3) 取替・更新の種類

##### 1) 機器の取替

機器の取替は、ダム用ゲート設備等の一部分を構成する機器が経年劣化等により安定した機能、性能を得ることができなくなり寿命と判断されたものを新しいものに置き換えることをいい、ゲート設備に関わる基本的な保全活動の一つである。

機器の取替を行う際には、対象設備の管理レベルに応じて、適切な時期に計画的かつ最も経済的に取り替えることが重要である。したがって、健全度及び機能的耐用限界について、十分把握し「単純取替」と「機能向上取替」を比較検討し、有利な方法で実施する。

## 2) 装置の更新

装置の更新は、開閉装置一式、扉体一式、戸当り一式等を更新することをいい、機器単位の取替では対応しきれない場合、もしくは装置単位とした方が経済的に有利な場合に実施する。

装置の更新についても、対象設備の管理レベルに応じて、適切な時期に計画的かつ最も経済的に更新することが重要である。したがって、機器の取替と同様、健全度、機能的耐用限界についても十分把握し、長期的視点に立った計画の策定及び実行が必要である。

## 3) 設備の更新

設備の更新は、更新時のダム全体の状況、社会経済情勢、技術水準等により更新内容が変わる特性を有し、建設事業的要素が大きいので、本マニュアルでは設備全体の更新の具体的内容には踏み込まず、検討方針のみを示す。

設備全体の更新を行う際には、要求性能及び機能的耐用限界を十分検討し、かつ機械要素のみでなくダム全体としての施設能力や更新後の維持管理コスト等を考慮し、設備の機能向上を検討しなければならない。

またダム堤体等の土木構造物、ダム管理用制御処理設備（ダムコン）、電源設備の改築・更新等、機能が連携している他の設備との関連や影響を調査する等、他設備の更新も合わせて検討する。また、操作性、管理体制を考慮する等のほか、これまでの設備の運転上・管理上の問題を解消するように機能、構造の見直しを行う。以下に更新内容に関する検討事例を示す。

- 機器の簡素化・合理化
- 維持管理上の安全性向上
- 遠隔操作化あるいは広域管理化
- 土木構造物の老朽化、その他課題への対処



## 第6章 維持管理計画

- 1) ダム用ゲート設備等の管理者は、操作規則並びに関連する諸法規及び基準に基づき点検・整備要領及び維持管理計画を定め、維持管理の結果や環境の変化により継続的に見直すものとする。
- 2) 維持管理計画は効率的・効果的な保守管理を行なうために、機器毎の標準的な取替・更新年数、点検及び診断の結果並びに整備・更新の方針に、経済性、信頼性等を考慮して決定する。
- 3) 計画的かつ効率的な維持管理を実施するため、設備台帳と維持管理台帳からなる管理用図書を作成し、保存、管理する。
- 4) 将来におけるより効率的な維持管理の実現のため、点検・診断等において計測した傾向管理データ及び発生した故障に関わるデータは、系統的に収集・保管・管理する。
- 5) 維持管理計画の策定及び維持管理台帳の整備を行った場合もしくは見直した場合は、操作細則に基づき別途作成している点検整備基準を必要に応じ、改訂して整合を図るものとする。

### 【解説】

#### (1) 設備台帳の作成

設備台帳には以下項目の記述が必要である。

- 1) 設備の諸元
- 2) 設備の設置目的・機能（設備区分）
- 3) 設備の機器構成、技術的仕様
- 4) 設備の設置条件（使用条件、環境条件等）
- 5) 設備の稼動状況（常用系設備／待機系設備） 等

後述する維持管理台帳を含め管理用図書は、当該施設の目的・規模、施設全体の維持管理計画、当該設備・機器の維持管理計画と整合を図るとともに、記録の内容・維持管理への影響度等を勘案し、適切な期間これを保存する。

また、維持管理台帳を含め管理用図書は、当該設備・機器の経時変化の把握並びに、将来的な維持管理計画の修正・更新の際の参考資料として活用する。

法令等の規定に保存期間の規定があるものについては、当該規定に基づく期間以上、かつ維持管理に必要とする期間、これを保存する。

なお、必要に応じて部品レベルの情報について、収集・整理を検討することが望ましい。

## (2) 維持管理計画の立案

維持管理計画は、国民生活の安全や確実な水供給のため機能しているダム用ゲート設備等の維持管理を安全かつ効率的に実施し、その機能を維持することを目的に策定する。

維持管理計画は、ダム用ゲート設備等毎に、整備・更新の優先順位の決定結果に基づく、整備・取替・更新の計画及び点検計画等を取りまとめたものであり、図 6-1 に示すフローに基づき策定又は見直しを行う。

維持管理計画は別途作成する「維持管理計画作成要領(案)」に基づき策定、又は見直しを行う。

ただし、設備の機能低下は、経過年数、操作頻度及び設置環境等により異なるほか、長期的には関連設備・機器の取替・更新も行われるので、設備全体システムの変化や設備・機器間の技術格差及び機能差等も生じてくる。このため点検・整備の方法等は固定的なものではなく、この変化に対応できる柔軟なものとする必要がある。

維持管理計画策定の基本フローを以下に示す。

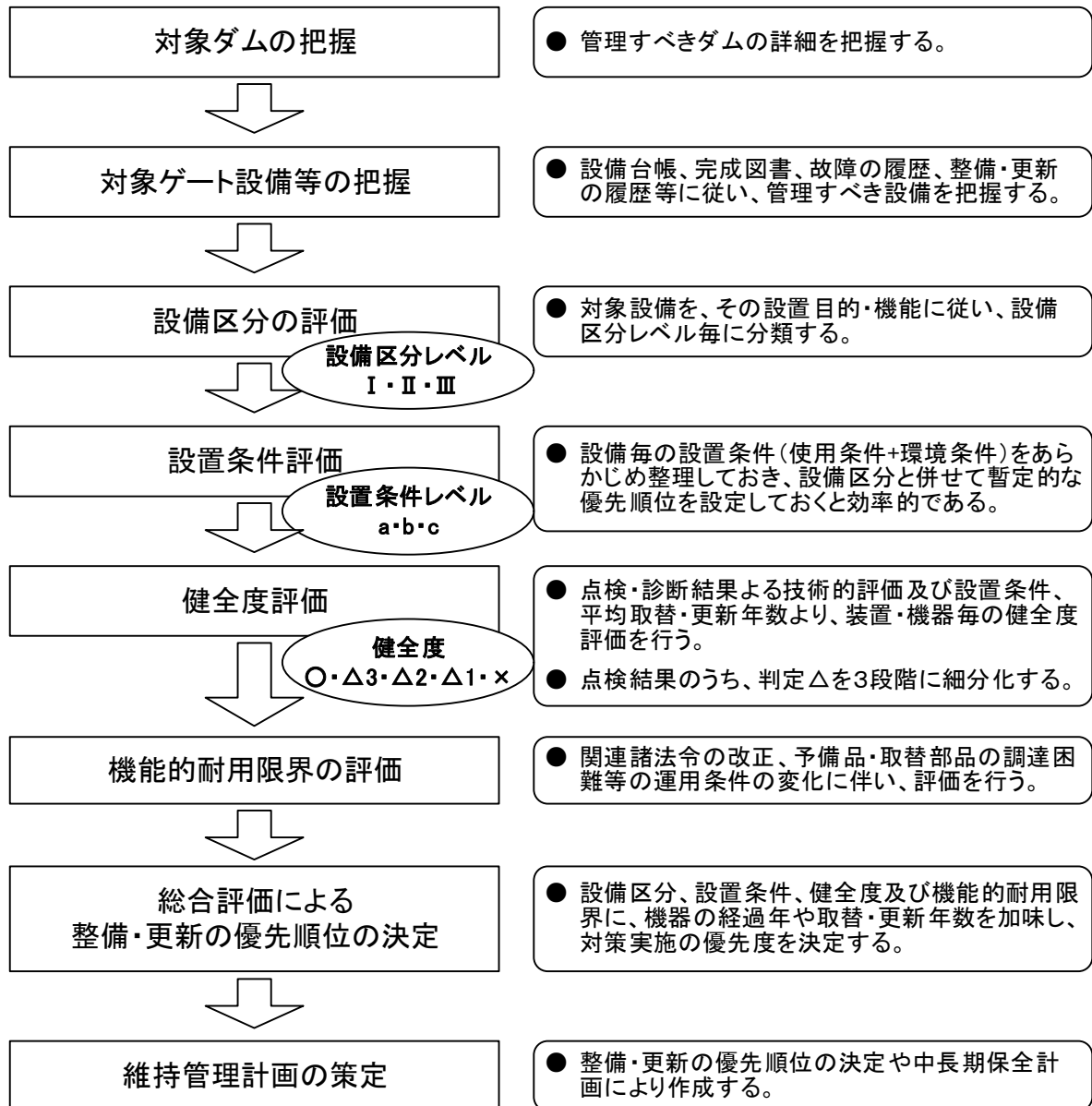


図 6-1 維持管理計画策定の基本フロー

## 1) 計画的な維持管理に関する基本的事項

計画的な維持管理に関する基本方針、日常的な維持管理、点検、整備、更新についての基本的な事項について記載する。

## 2) 中長期保全計画

ダム用ゲート設備等のライフサイクル約 40 年～60 年程度を考慮した取替・更新計画や点検計画等を設備毎に作成し、かつダムに設置されている他の設備全体とのバランスを考慮しながら取りまとめる。

作成にあたっては、設備毎のライフサイクルコストを考慮した計画を立案するものとする。

## 3) 年度保全計画

当該年度に実施する点検・整備の計画をゲート設備等毎に作成し、ダムに設置されている他の設備全体を含めた形で取りまとめる。

## (3) 維持管理台帳

計画的かつ効率的な保全を実施するため、ダム用ゲート設備等において実施した点検・整備・更新の履歴、事故・故障及びその措置の履歴については、電子データ等として保存・管理しなければならない。

設備・機器の運転・操作中に、異常あるいは特殊な事象・現象が発生した場合は、それらを適切に維持管理台帳に記録するとともに、事後における変化等と対比できるように保存・管理する。また、点検・整備等を行った時は、これを適切に維持管理台帳に記録し、設備・機器の状況変化や経過等が把握できるように保存・管理する。

設備・機器の改造・更新あるいは操作方式の変更等を行った時は、その理由及び内容等について記録するとともに、関係設備・機器の完成図書の修正、管理用図書の更新を行うなど、流水管理及び維持管理に支障がないようにする。

維持管理台帳に記載が必要な項目は以下のとおりである。

- 1) 設備の管理状況（現状の保全内容、管理体制、予算等）
- 2) 点検・整備・更新等に関する基本事項（判定基準、判定内容、取替・更新の標準年数等）
- 3) 点検・整備・更新等の履歴（内容、結果、コスト、時間データ、定量データ（傾向管理データ））
- 4) 事故・故障の履歴（症状、原因、対策措置、コスト、時間（供用期間）データ等）
- 5) その他必要な事項 等

点検・整備は、設備機器の異常、故障、劣化の有無、損傷等を確認し、設備の目的・機能を長期にわたり発揮・維持させるために行うものである。このため、特に回転部分や噛み合わせ部分等、損耗が生じる箇所や電動機の電流値等は既往の点検記録と対比して経時変化を把握し、設備の予防保全に反映させることが重要である。

#### (4) 点検計測値等の系統的な収集・管理

##### 1) 整備・取替・更新の実績データ

将来的に、より効率的・効果的な維持管理を実現するため、装置・機器等の整備・取替・更新の実績データは、信頼性による取替・更新の標準年数及び平均の取替・更新の標準年数に反映されて、当該装置・機器等について一層注意して健全度を見極めるべき使用年数あるいは時間計画保全の周期として活用される。また、設備毎の実績データは、特に設置環境が厳しい、あるいは運転頻度が多い設備においては、中長期保全計画における整備周期設定の適正化に役立つものである。

##### 2) 故障データ

故障データは、以下の観点から確実に収集・分析されなければならない。

- 技術的な課題及び運用上の課題の把握
- 危機管理として、故障時の対処法及び類似事例の再発防止などの水平展開
- 技術基準類への反映
- 設備技術の改善

##### 3) 傾向管理データ

運転記録として得られる傾向管理データ（定量的な計測値）は、整備・取替・更新の判断基準となるばかりでなく、現在の状態から、どれくらいの期間（運転時間）により整備・取替・更新時期を迎えることになるのかを予測する予知保全の実現を可能にし、より現実に即した予算計画も実現することができる。傾向管理データ等はデータベースに系統的に収集・保存・管理していく。収集したデータは以下の2つの観点での活用により効率的・効果的な維持管理を行うことができる。

- 個別施設の傾向管理に活用する（事務所単位の取組）
- 機器の寿命や健全度評価方法の研究材料として活用する（横断的な取り組み）

#### (5) 操作細則に基づく点検整備基準との位置づけ

操作細則に基づき点検整備基準を作成している場合があるが、本マニュアル（案）に基づき、策定された維持管理計画等の内容を点検整備基準に反映させ、維持管理台帳等の活用を図るため、必要に応じて点検整備基準の策定あるいは見直しを行い、当該計画や台帳の位置づけを明確化することが必要である。

## 参考図書等一覧

- (1) 河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル(案) 国土交通省 平成27年3月
- (2) 河川用ゲート設備点検・整備標準要領(案) 国土交通省 平成28年3月
- (3) ダム用ゲート設備等点検・整備標準要領(案) 国土交通省 平成30年3月
- (4) ダム・堰施設技術基準(案) 国土交通省 平成28年3月
- (5) ダム・堰施設技術基準(案) 基準解説編・マニュアル編 社団法人 ダム・堰施設技術協会 平成23年7月
- (6) ダム・堰施設技術基準(案) 基準解説編・設備計画マニュアル編 社団法人 ダム・堰施設技術協会 平成28年3月改正
- (7) ゲート点検・整備要領(案) 社団法人 ダム・堰施設技術協会 平成17年1月
- (8) 機械設備管理指針 独立行政法人 水資源機構 平成28年3月
- (9) 土木機械設備の入札契約手法に関する委員会最終報告書 土木機械設備の入札契約手法に関する委員会 平成19年11月
- (10) 水門工学 水工環境防災技術研究会「水門工学」編纂委員会編 平成16年5月 技報堂出版
- (11) 多目的ダムの建設 第7巻 管理編 財団法人 ダム技術センター 平成17年6月
- (12) 航空実用事典 WEB版 (日本航空ホームページ <http://www.jal.co.jp/jiten/>)

# 参 考 資 料

## 致命的機器の抽出の考え方

ダム用ゲート設備等において、設備機能に与える影響度合の高い機器（致命的な影響を与える機器）を、信頼性解析に基づき抽出した結果とその考え方を、以下参考資料に示す。

致命的な影響を与える機器とは、通常操作時において故障が発生した場合に、当該ゲートの必要機能を確保できなくなる機器のことをいう。



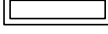
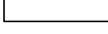


なお、以下はあくまで一般的な例を示したものであり、全ての設備に適用できるものではない。現実的には個々ゲートの機能・目的、設備仕様により異なるものであり、各ゲートの管理者が、以下を参考としながら担当設備の詳細を勘案し、構成要素の特性に合せた整理を行う必要がある。

### 参考資料一覧

設備名	参考資料番号	ゲート形式・装置名	開閉装置名
非常用洪水吐設備	1	ラジアルゲート	ワイヤロープウインチ式
	2	ラジアルゲート	油圧シリンダ式
	3	ローラゲート	ワイヤロープウインチ式
常用洪水吐設備	4	高圧ラジアルゲート	油圧シリンダ式
	5	高圧ローラゲート	油圧シリンダ式
	6	高圧スライドゲート	油圧シリンダ式
小容量放流設備 (利水放流) (貯水位低下) (主/副)	7	高圧スライドゲート	スピンドル式
	8	高圧スライドゲート	油圧シリンダ式
	9	ジェットフローゲート	スピンドル式
	10	ジェットフローゲート	油圧シリンダ式
	11	ホロージェットバルブ	スピンドル式
	12	ホロージェットバルブ	油圧シリンダ式
	13	コーンスリーブバルブ	スピンドル式
取水設備	14	フィクストコーンバルブ	スピンドル式
	15	直線多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式
	16	連続サイホン式取水設備	エアロック式
	17	半円形多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式
	18	円形多段式取水ゲート	ワイヤロープウインチ式
予備ゲート 修理用ゲート	19	多孔式取水ゲート	スピンドル式
予備ゲート 修理用ゲート	20	高圧ローラゲート	ワイヤロープウインチ式
修理用ゲート	21	高圧スライドゲート	ワイヤロープウインチ式
共通（制御機器）	22	機側操作盤	—

上記の参考資料一覧に示す「ゲート形式」にて「高圧」とされているゲート設備には、設計水深 25m 未満の「低圧」で計画されているゲート設備も含まれている。

参考資料中の解析事例は、右図の凡例を参照する。

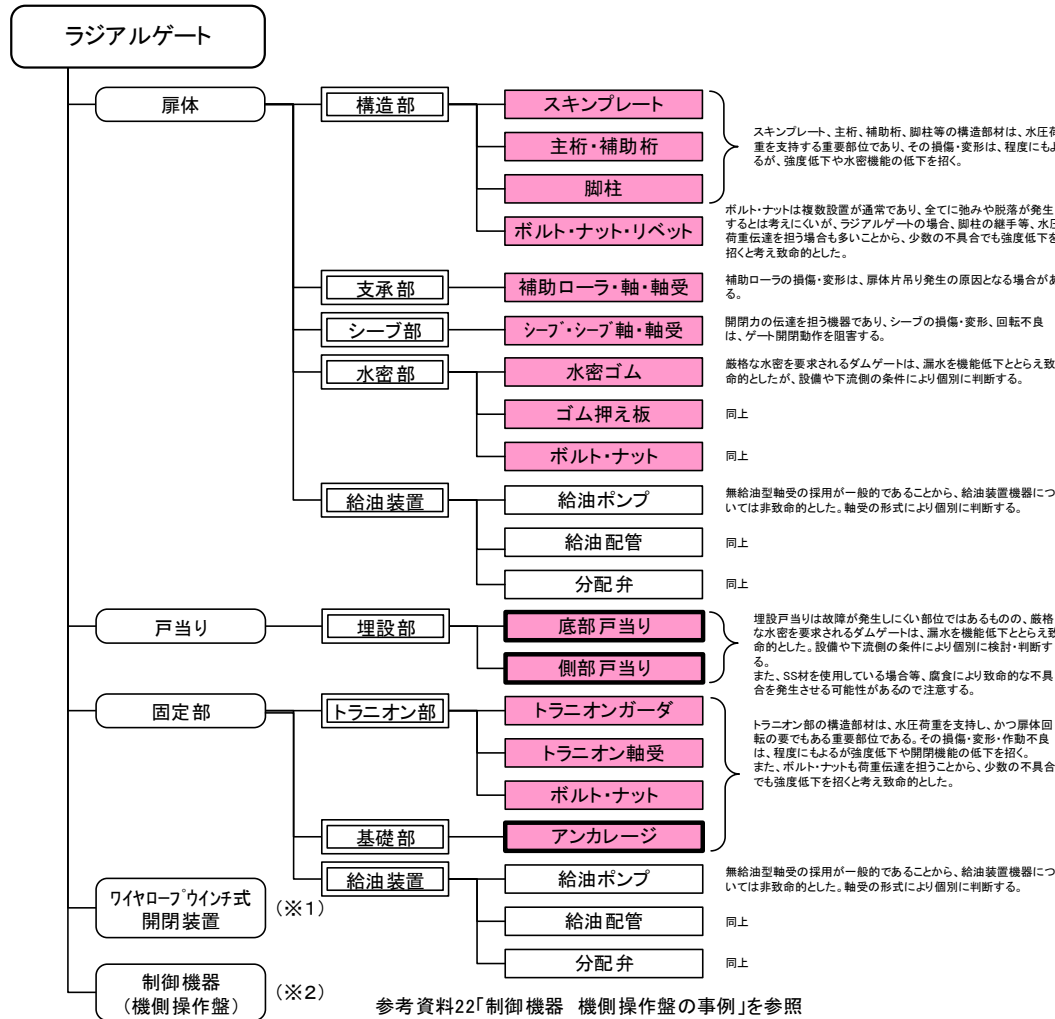
	: 設備レベル
	: 装置レベル
	: 機器レベル
	: 部品レベル
	: 設備機能に致命的な影響のある部品
	: 機械設備と土木設備の取り合い部であり、漏れのないよう関係者が連携して保全に当る



参考資料1 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

非常用洪水吐設備 ラジアルゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考 3



参考資料22「制御機器 機側操作盤の事例」を参照

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

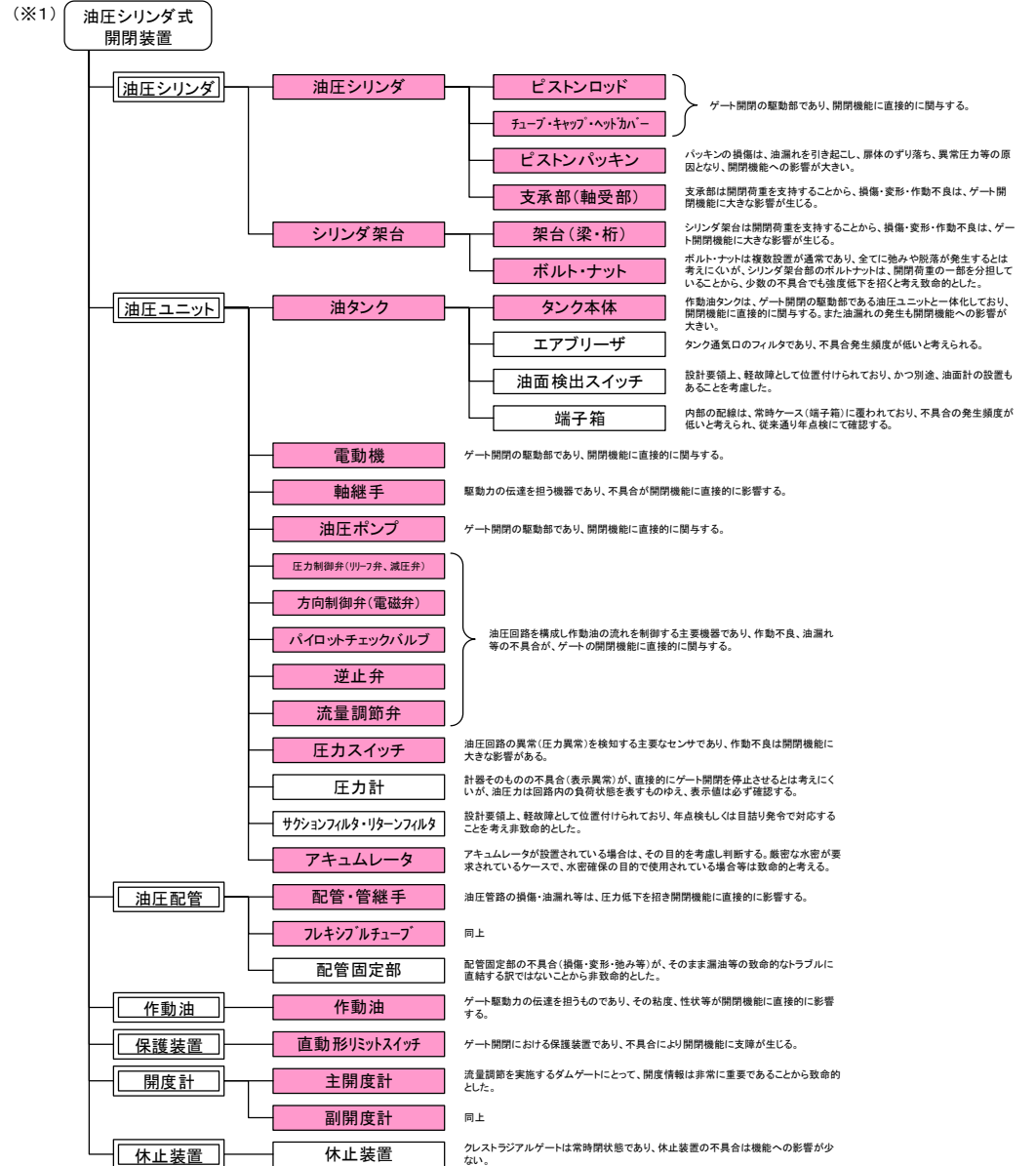
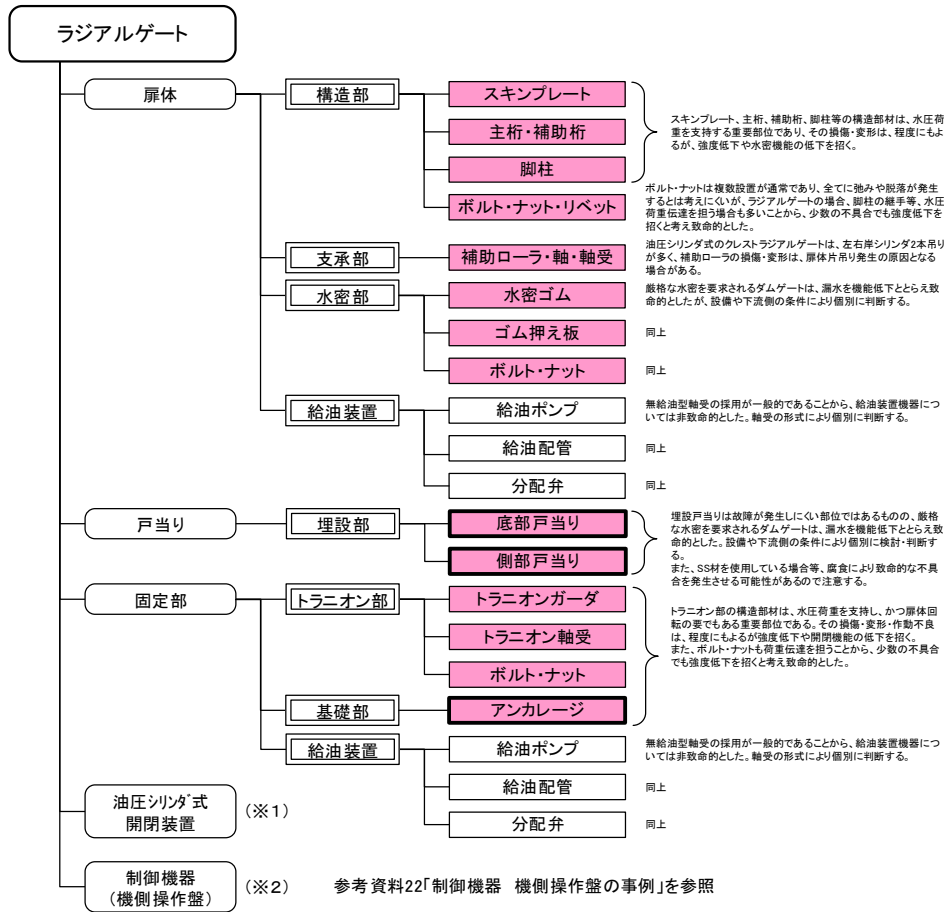


注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料2 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

非常用洪水吐設備 ラジアルゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考資料



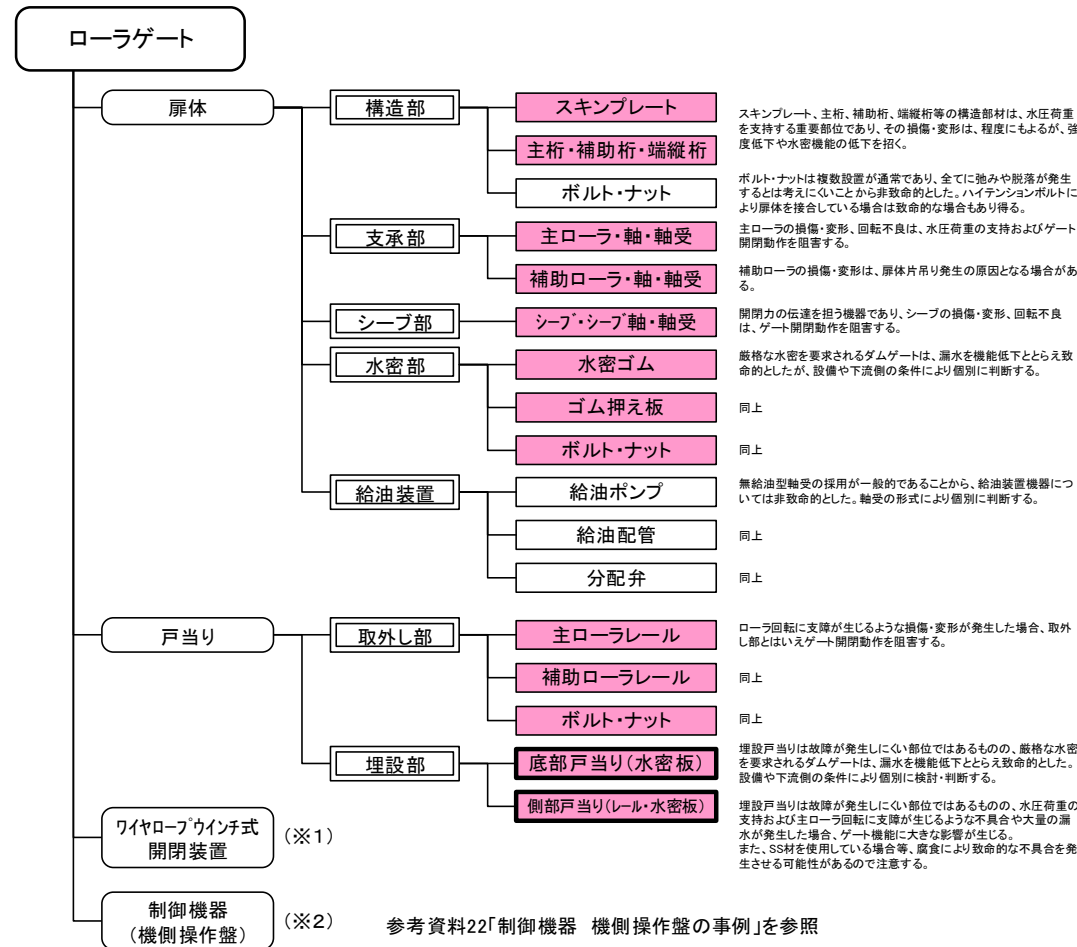
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料3 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

非常用洪水吐設備 ローラゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考 5



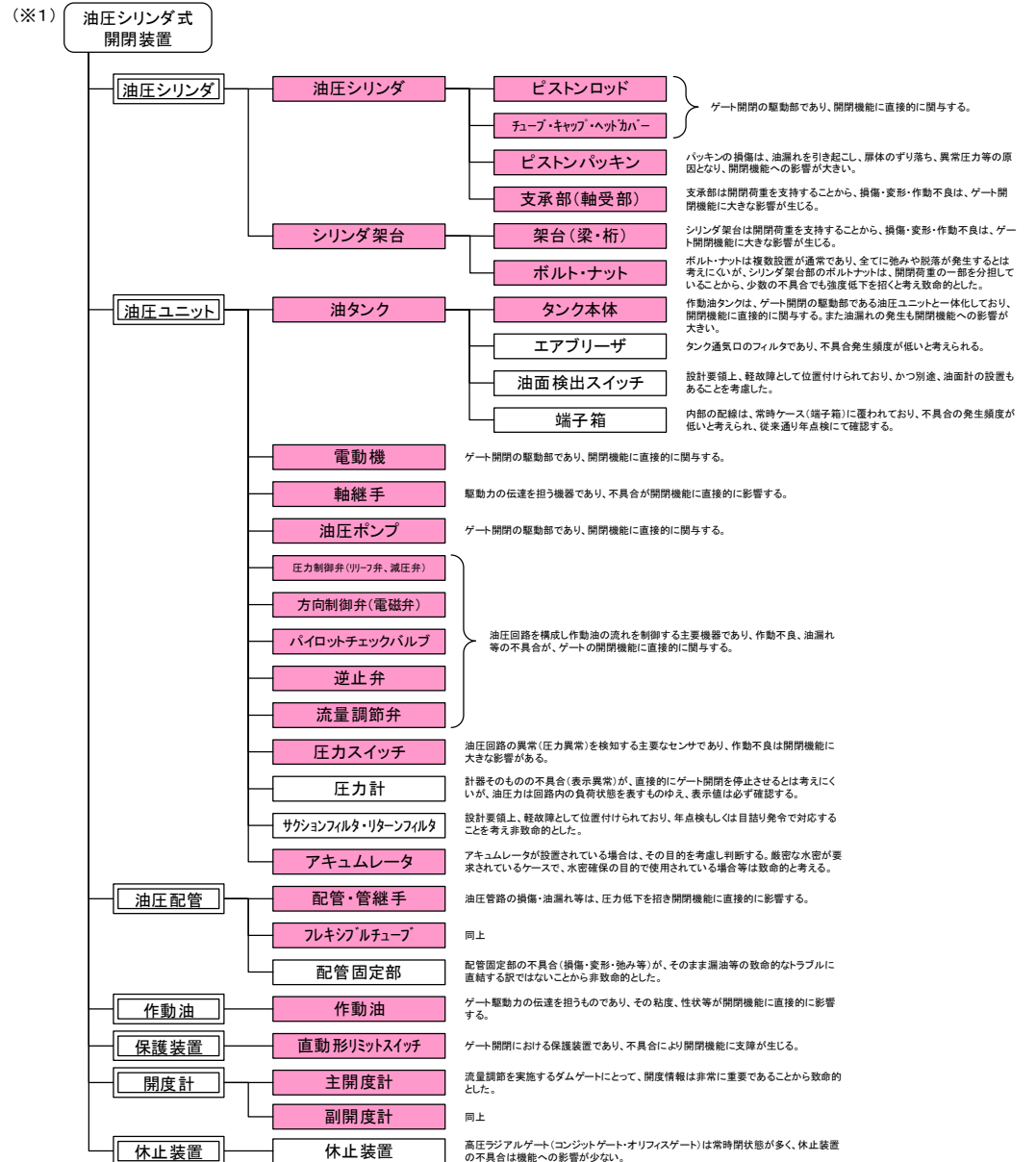
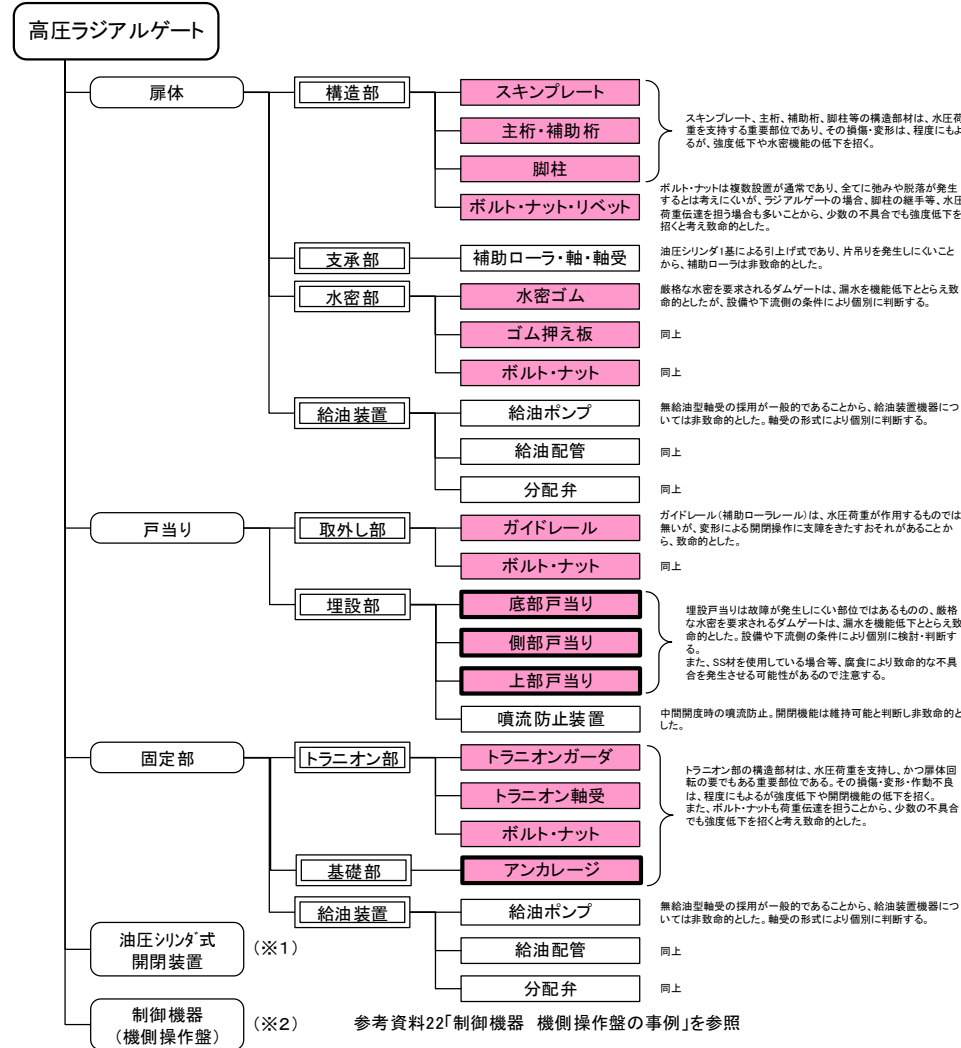
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 4 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

常用洪水吐設備 高圧ラジアルゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考 6



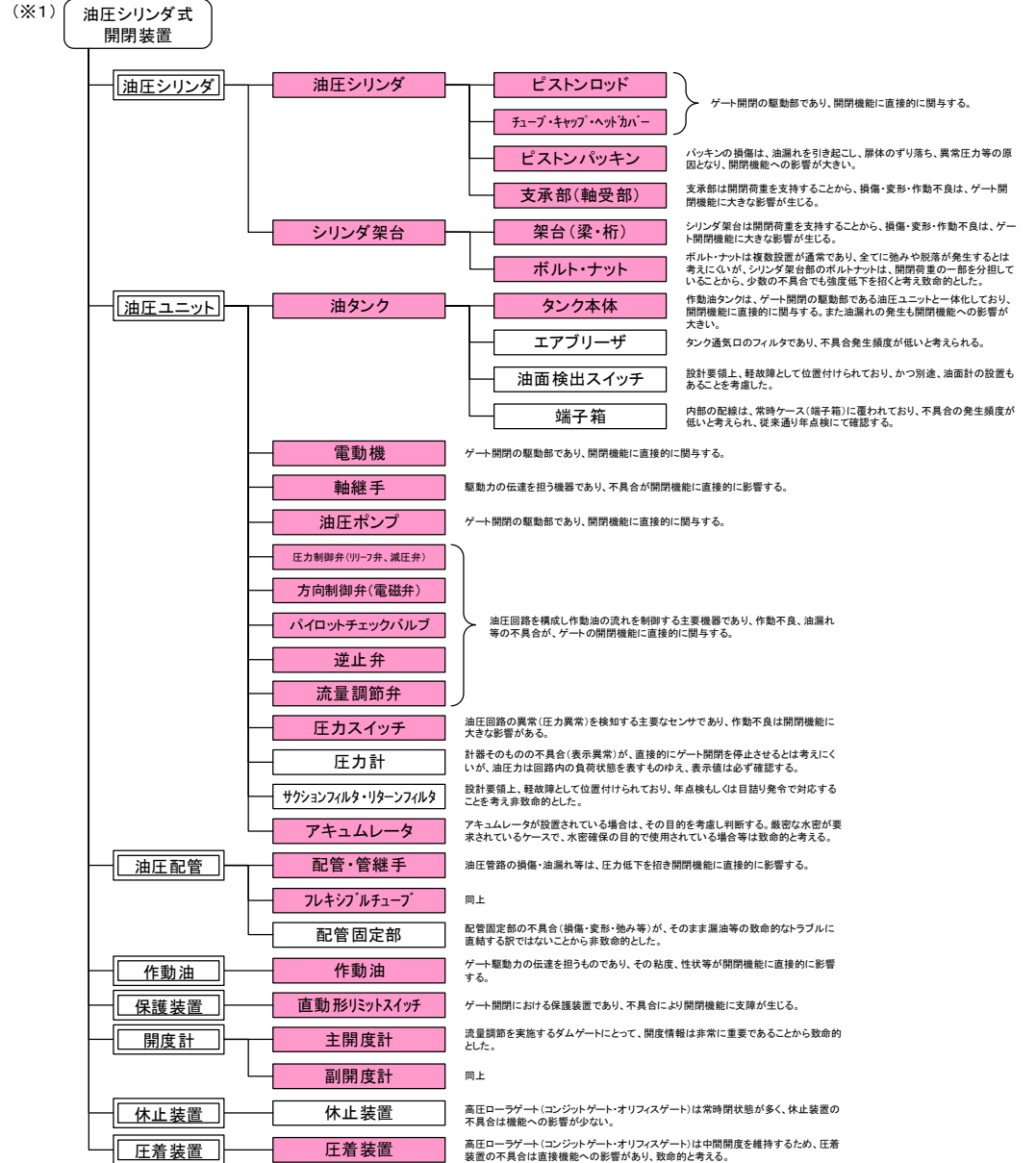
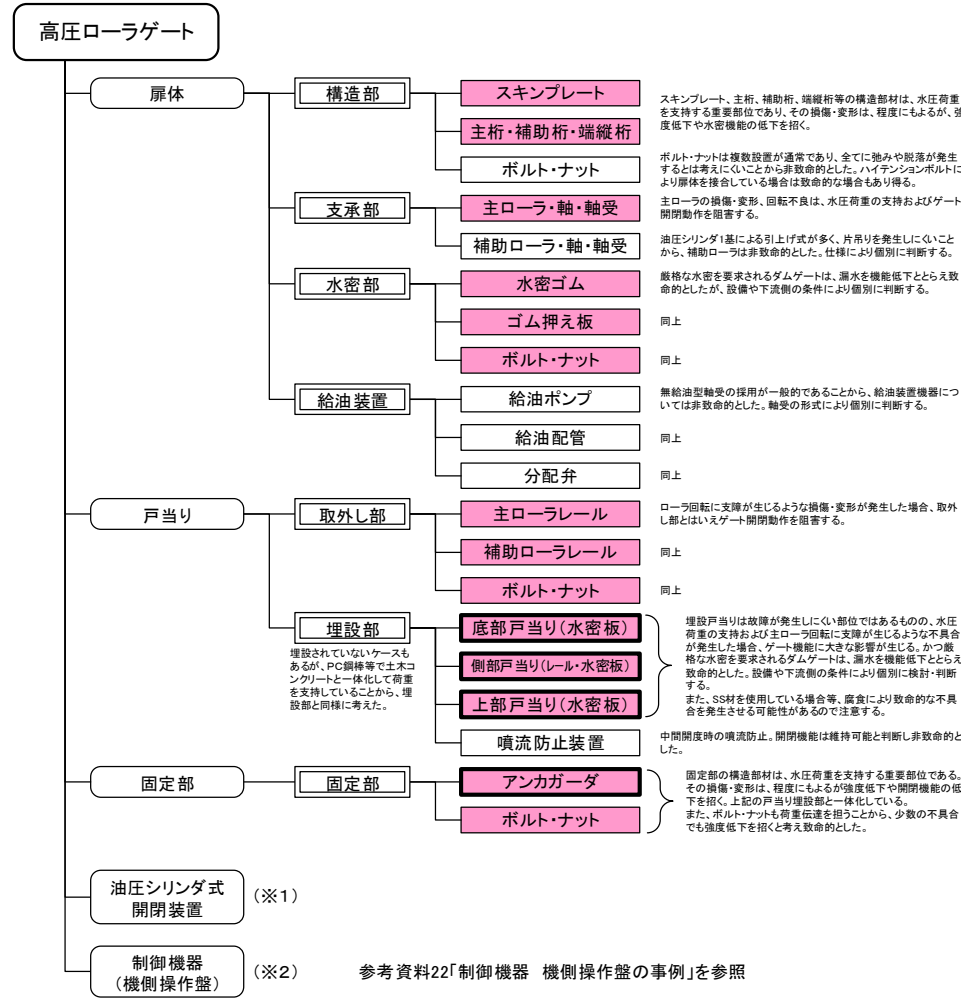
注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検出度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩擦故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

参考資料5 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

常用洪水吐設備 高圧ローラゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考 7



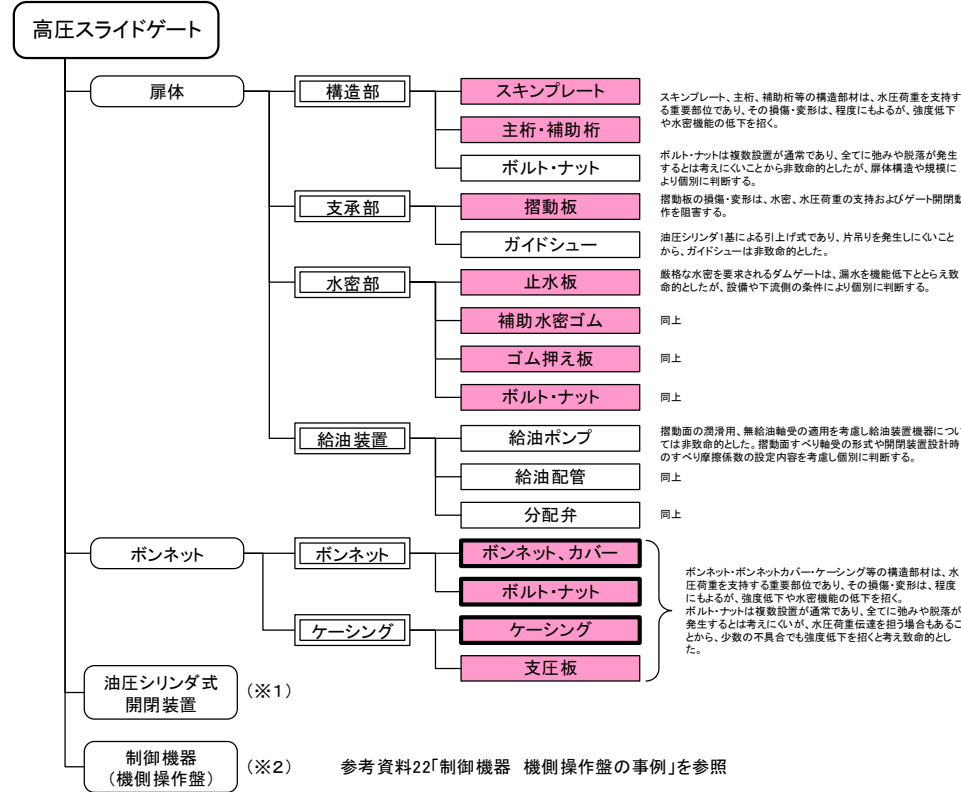
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩擦故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

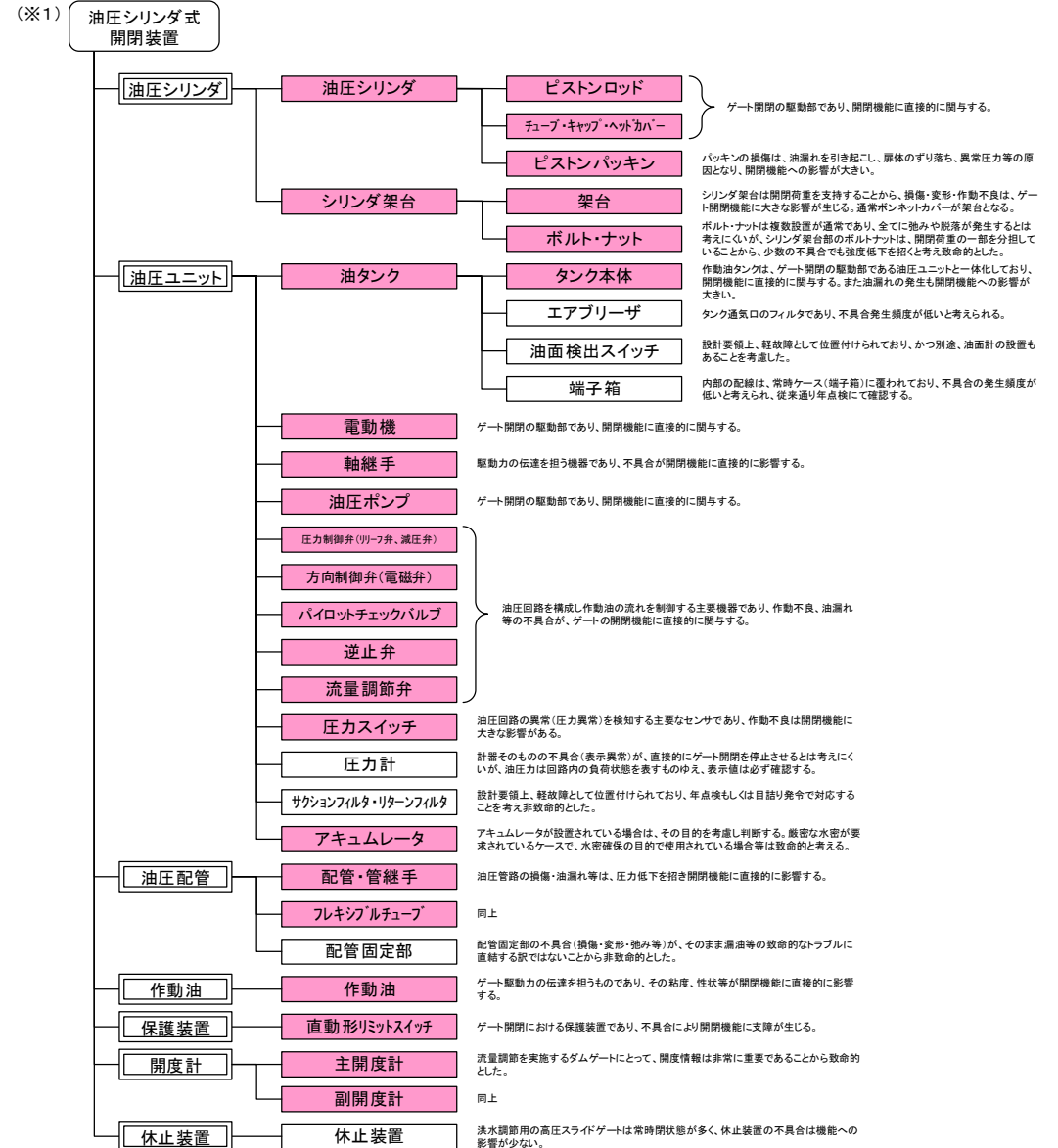
参考資料6 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

常用洪水吐設備 高圧スライドゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考・8



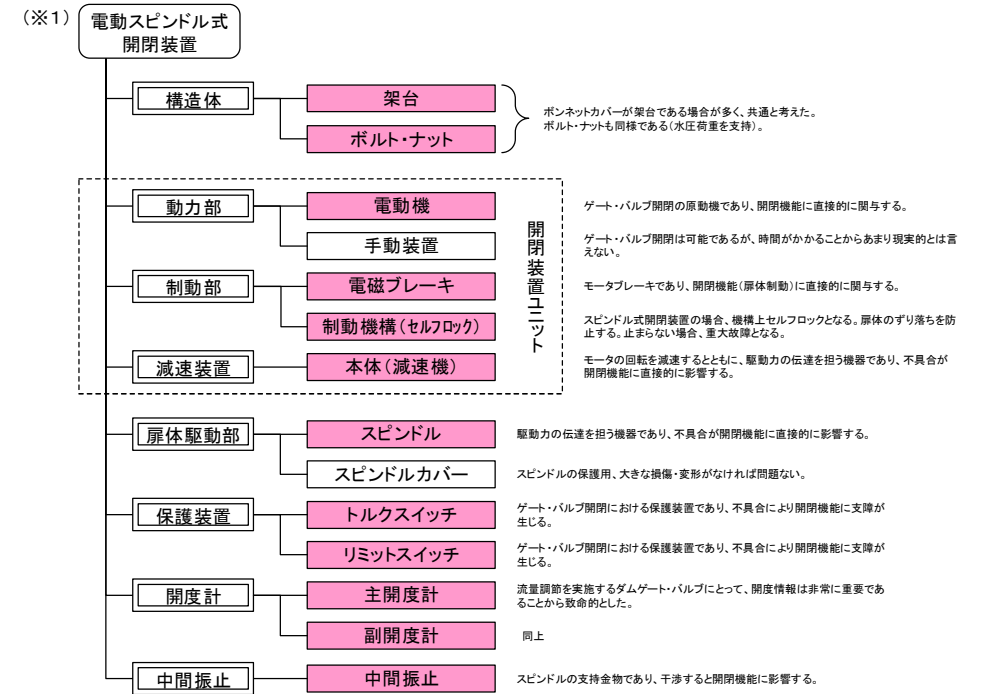
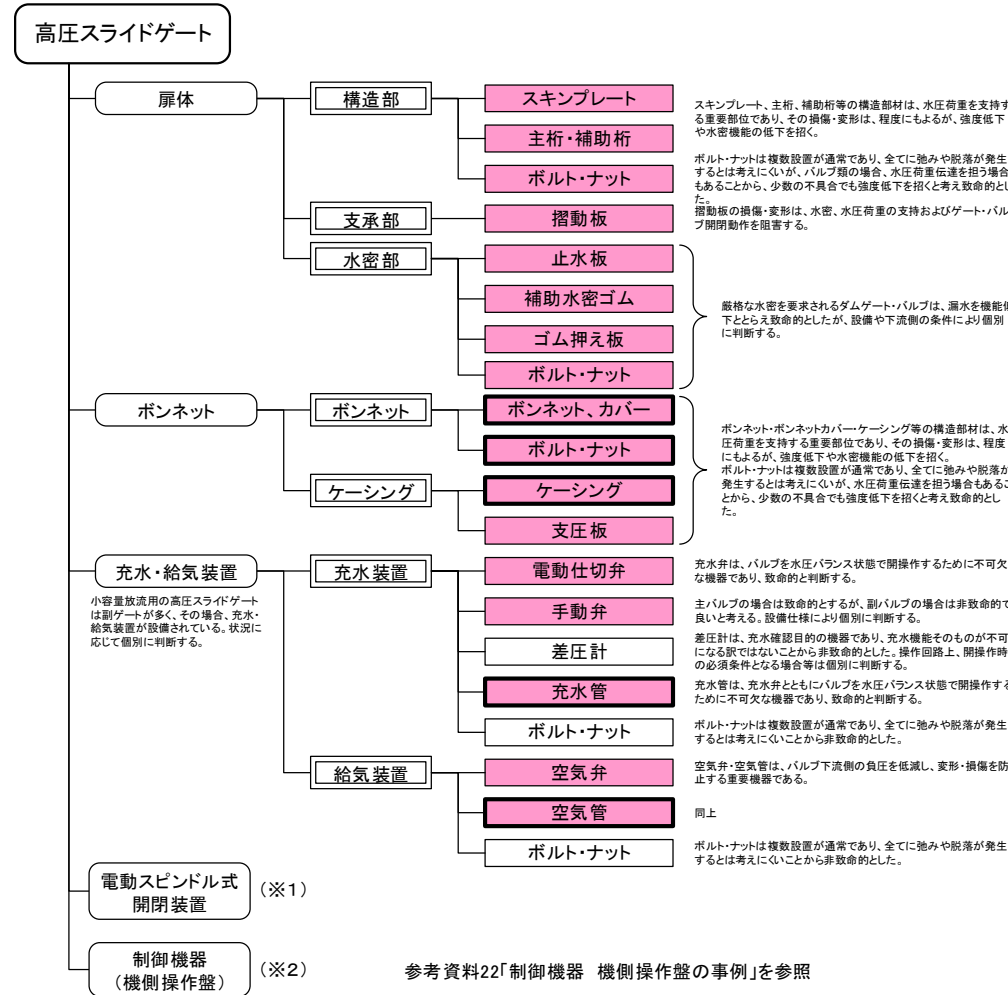
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩擦故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。



注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料7 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 高圧スライドゲート/スピンドル式開閉装置の事例

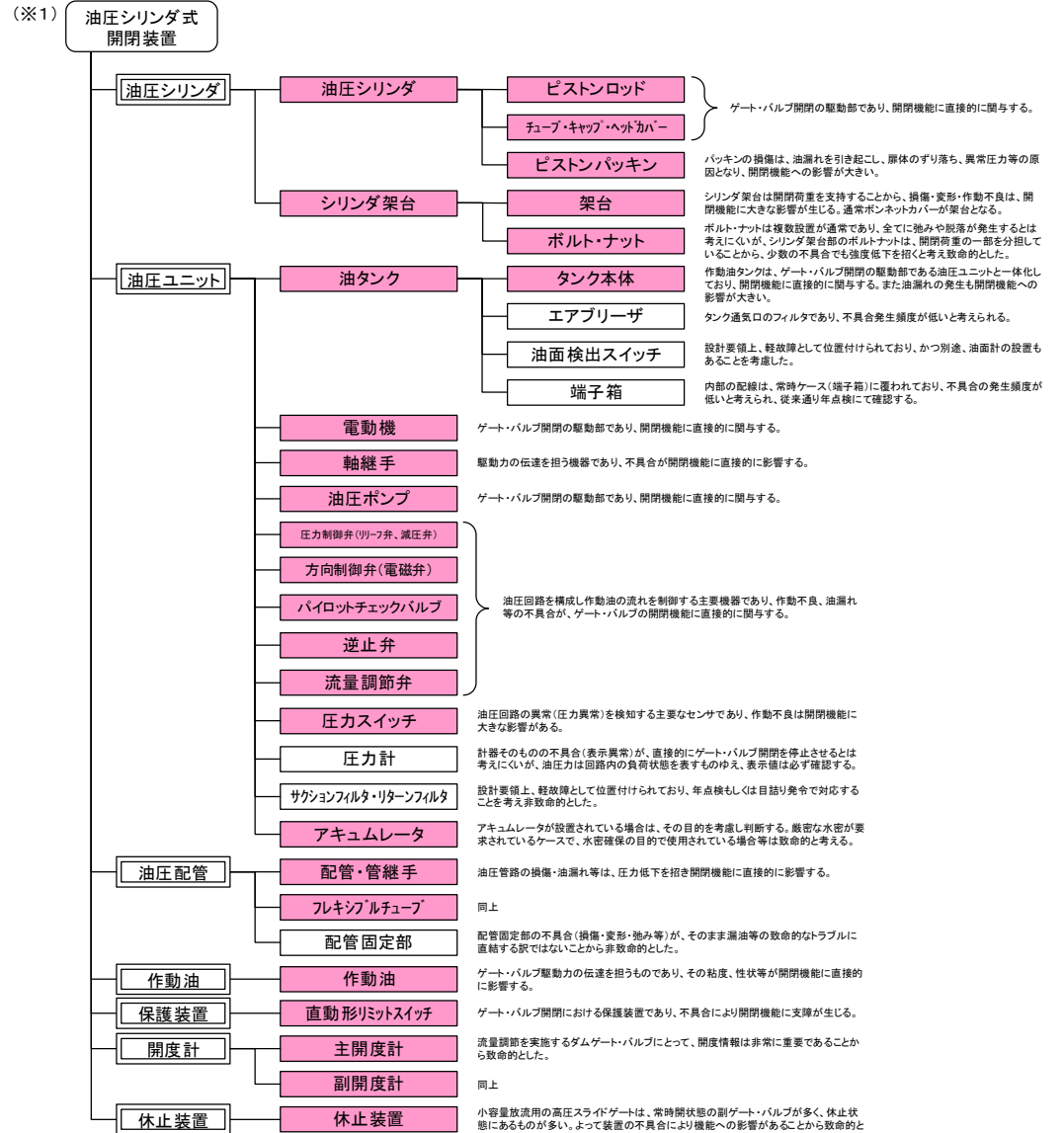
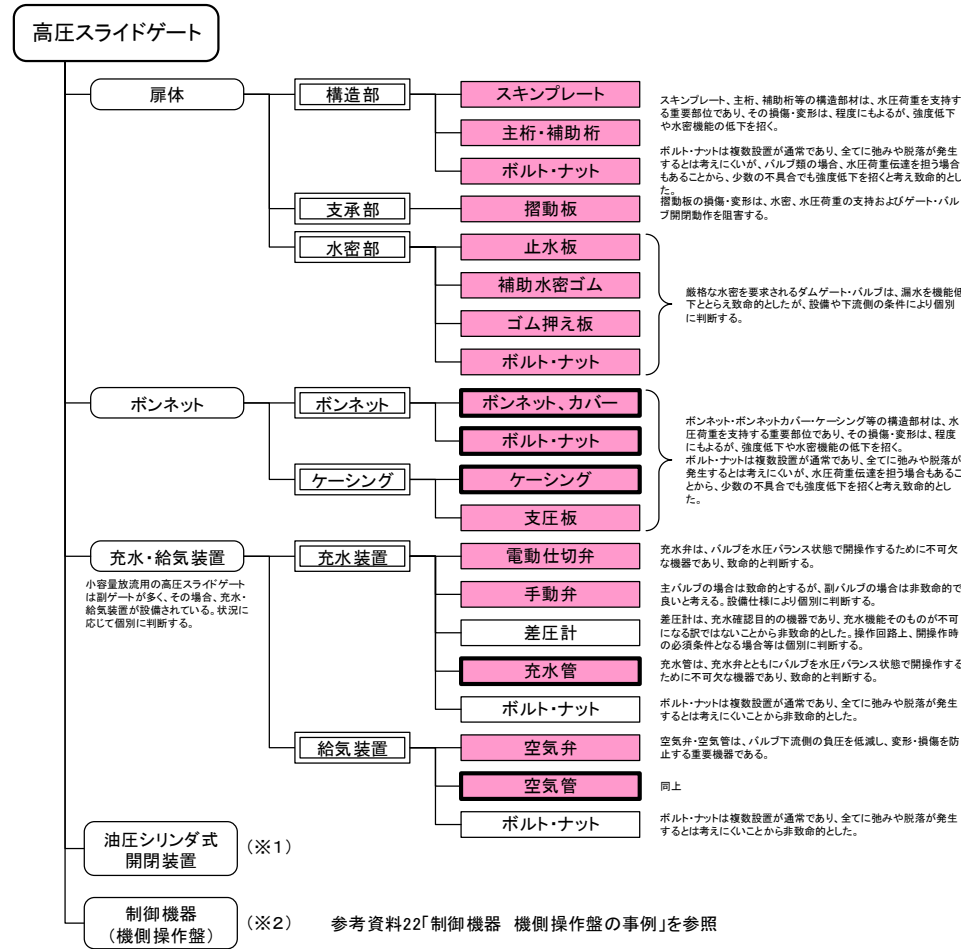


注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が代替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい代替・更新年数の提案に考慮される。

参考資料 8 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 高圧スライドゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考 10



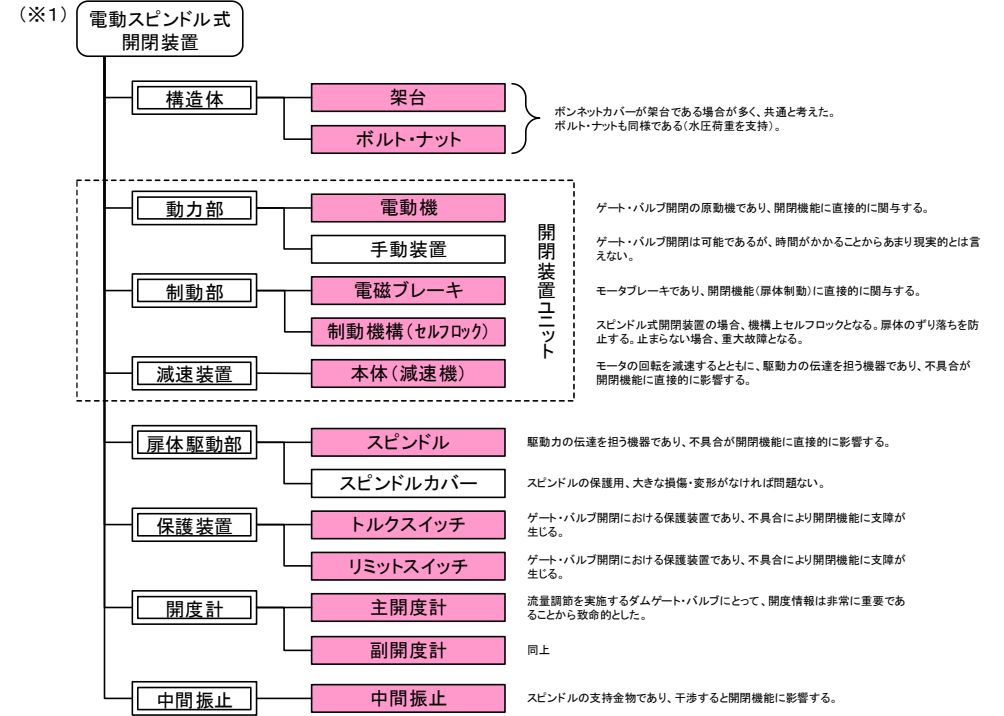
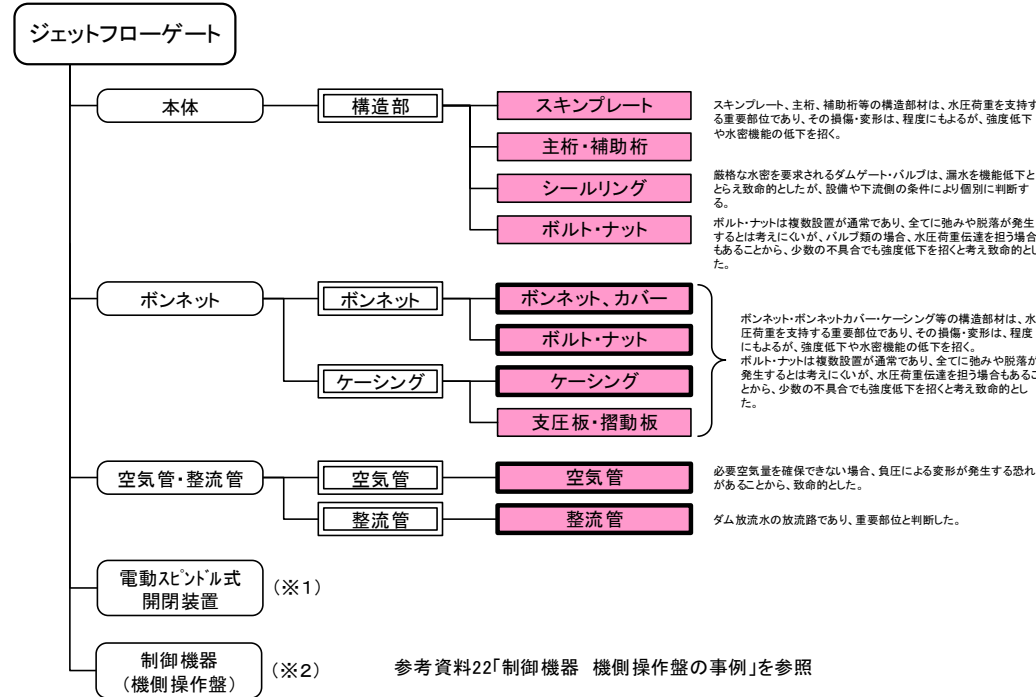
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が代替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい代替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの



参考資料9 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 ジェットフローゲート/スピンドル式開閉装置の事例



参考・11

参考資料22「制御機器 機側操作盤の事例」を参照

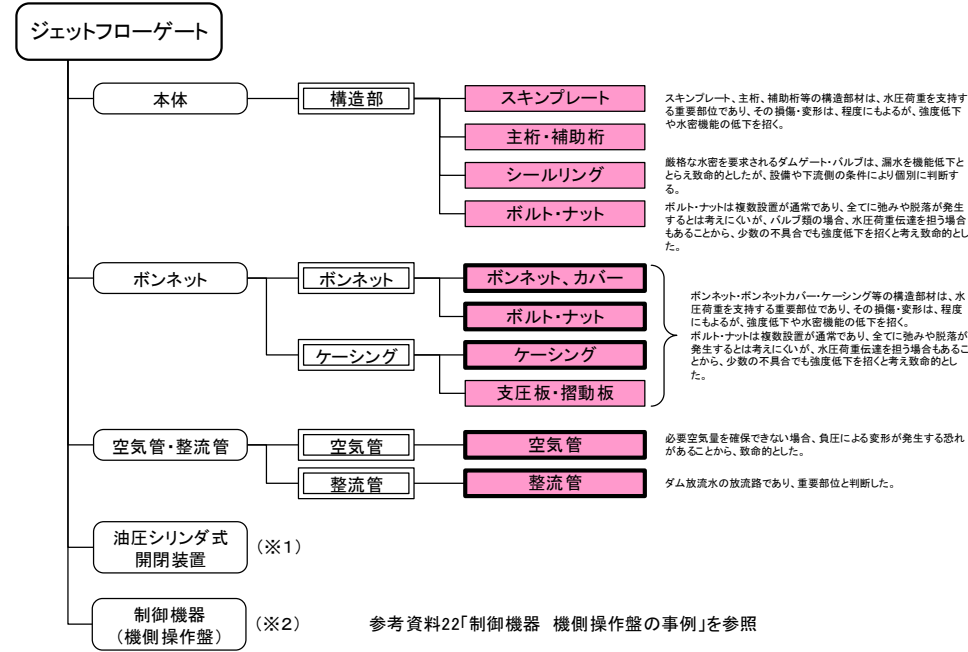
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

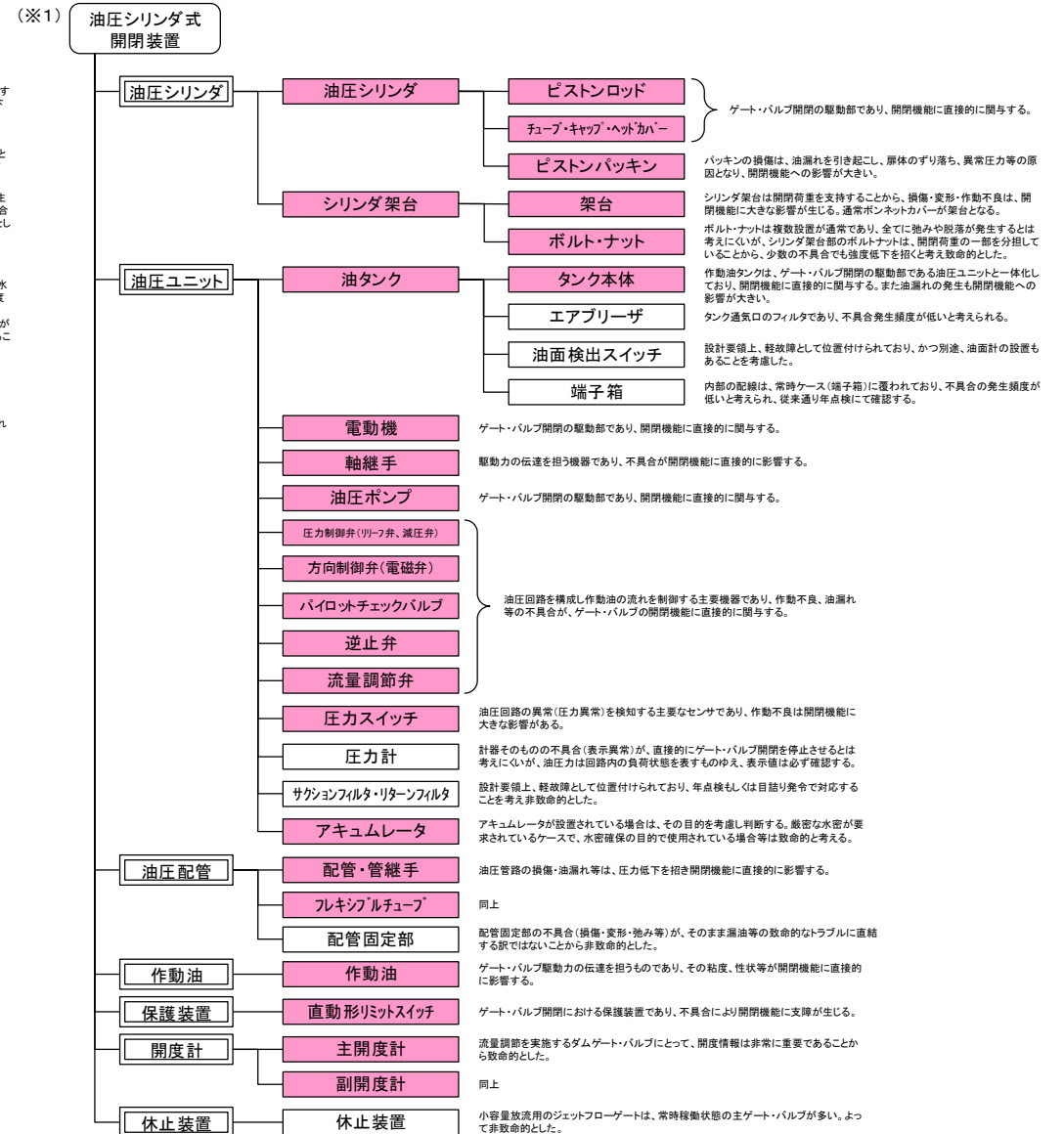
参考資料 10 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 ジェットフローゲート/油圧シリンダ式開閉装置の事例

参考 12



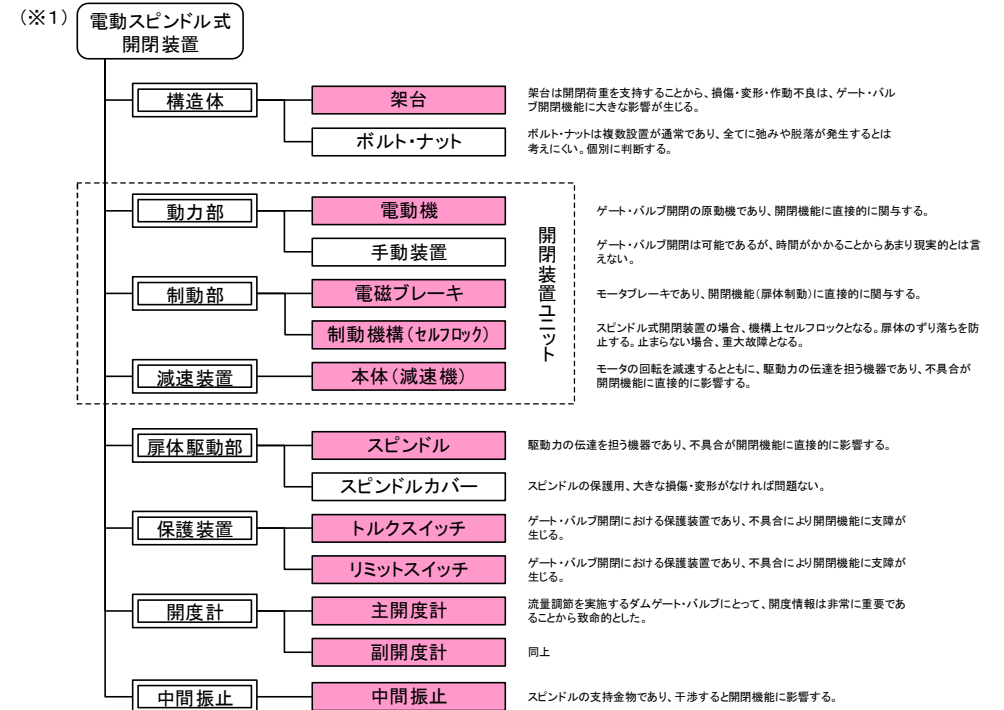
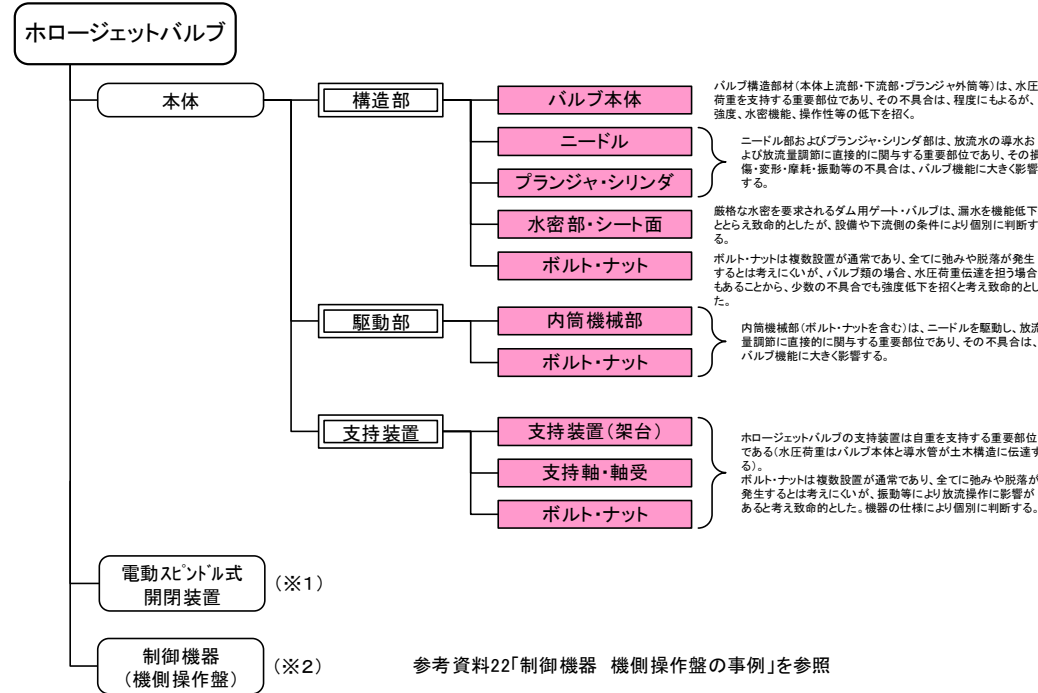
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。



注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 11 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 ホロージェットバルブ/スピンドル式開閉装置の事例



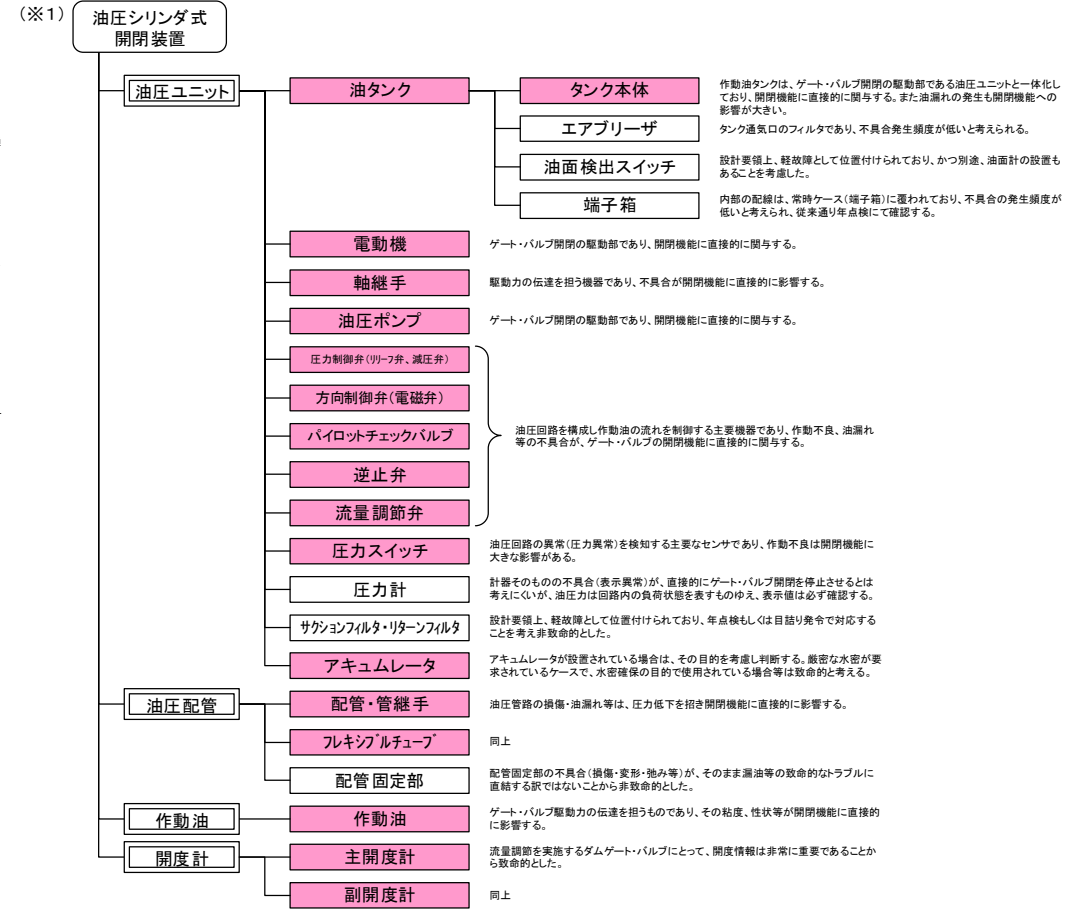
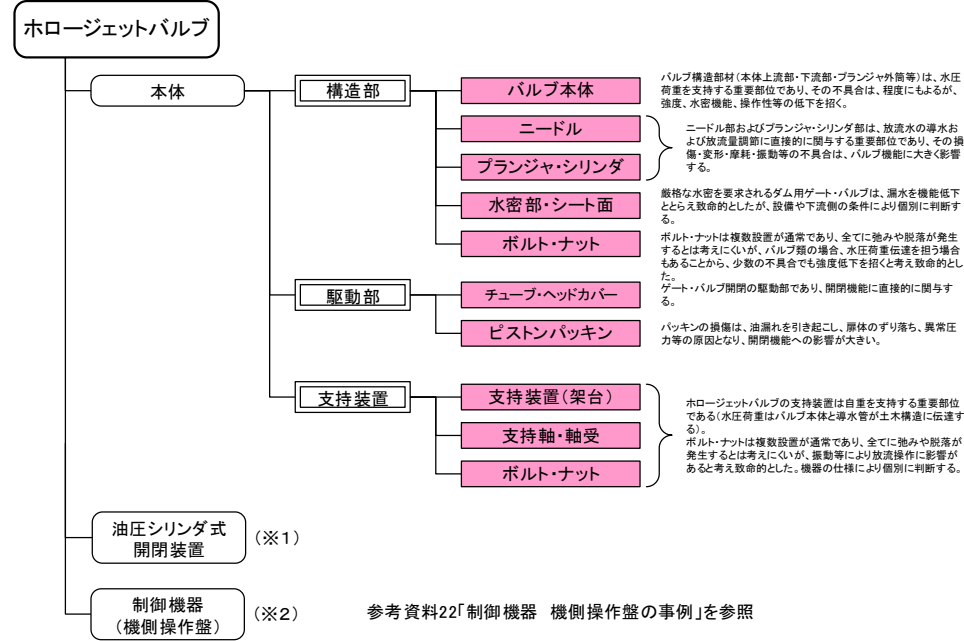
参考・13

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 12 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 ホロージェットバルブ／油圧シリンダ式開閉装置の事例



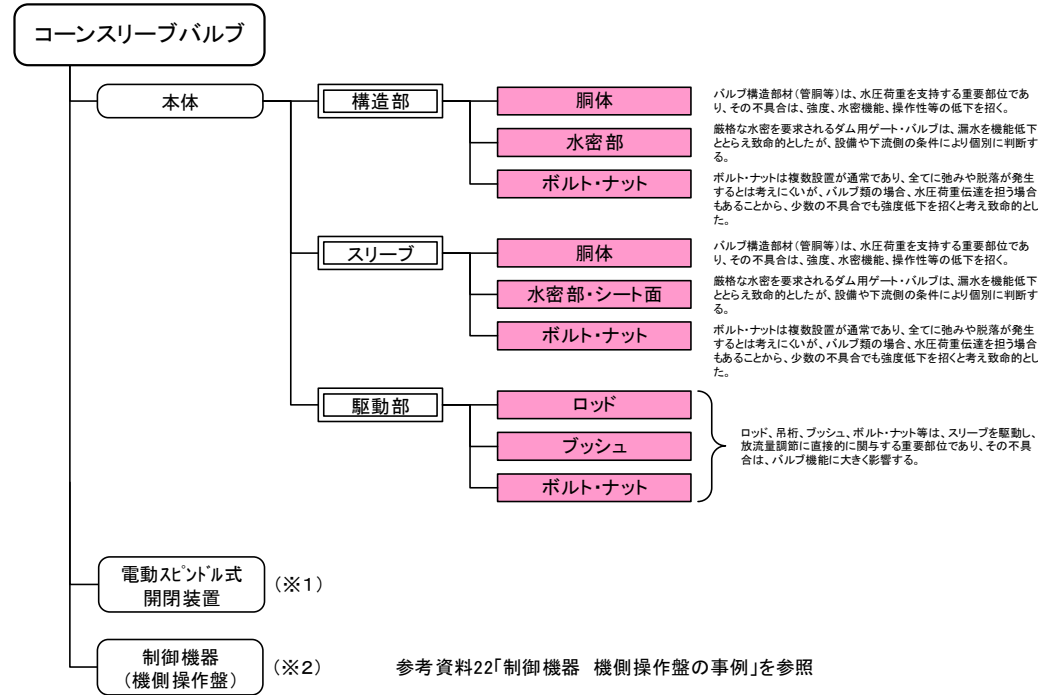
参考・14

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 13 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 コーンスリーブバルブ／スピンドル式開閉装置の事例



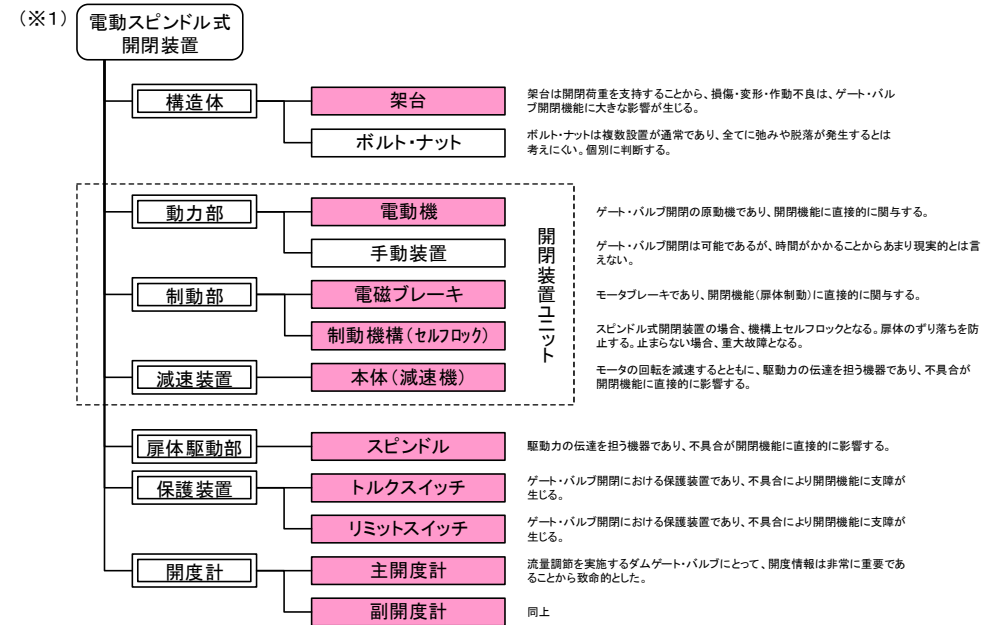
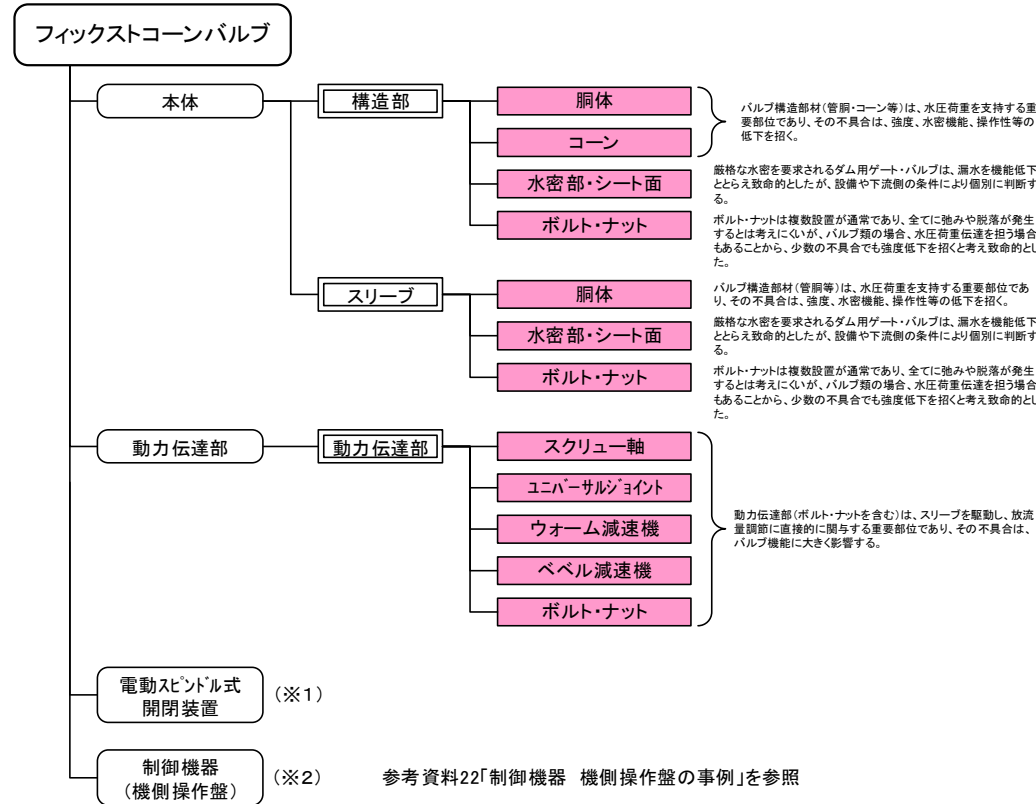
参考・15

注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 14 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

小容量放流設備 フィックストコーンバルブ／スピンドル式開閉装置の事例



参考・16

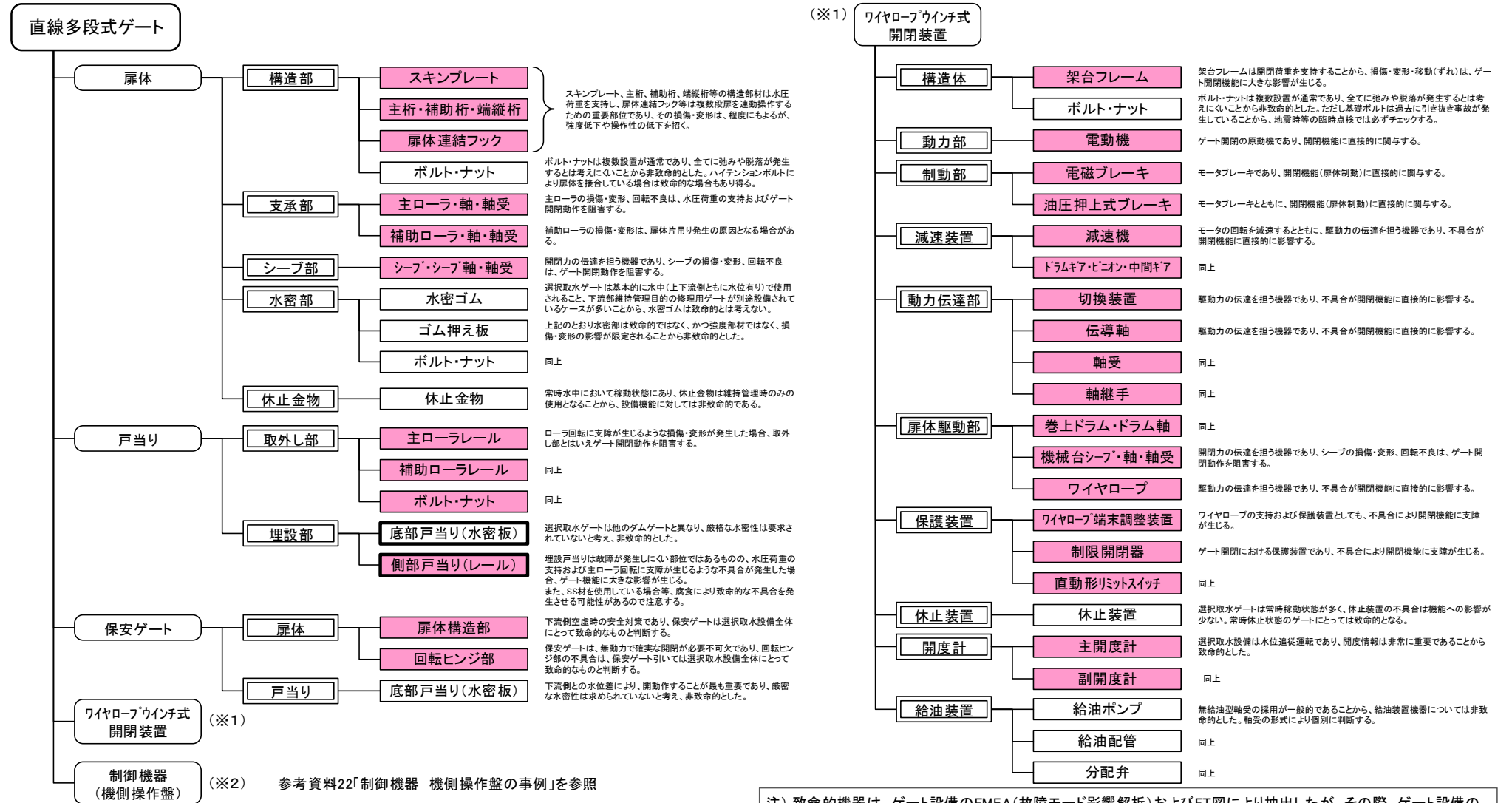
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 15 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

取水設備 直線多段式取水ゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考・17



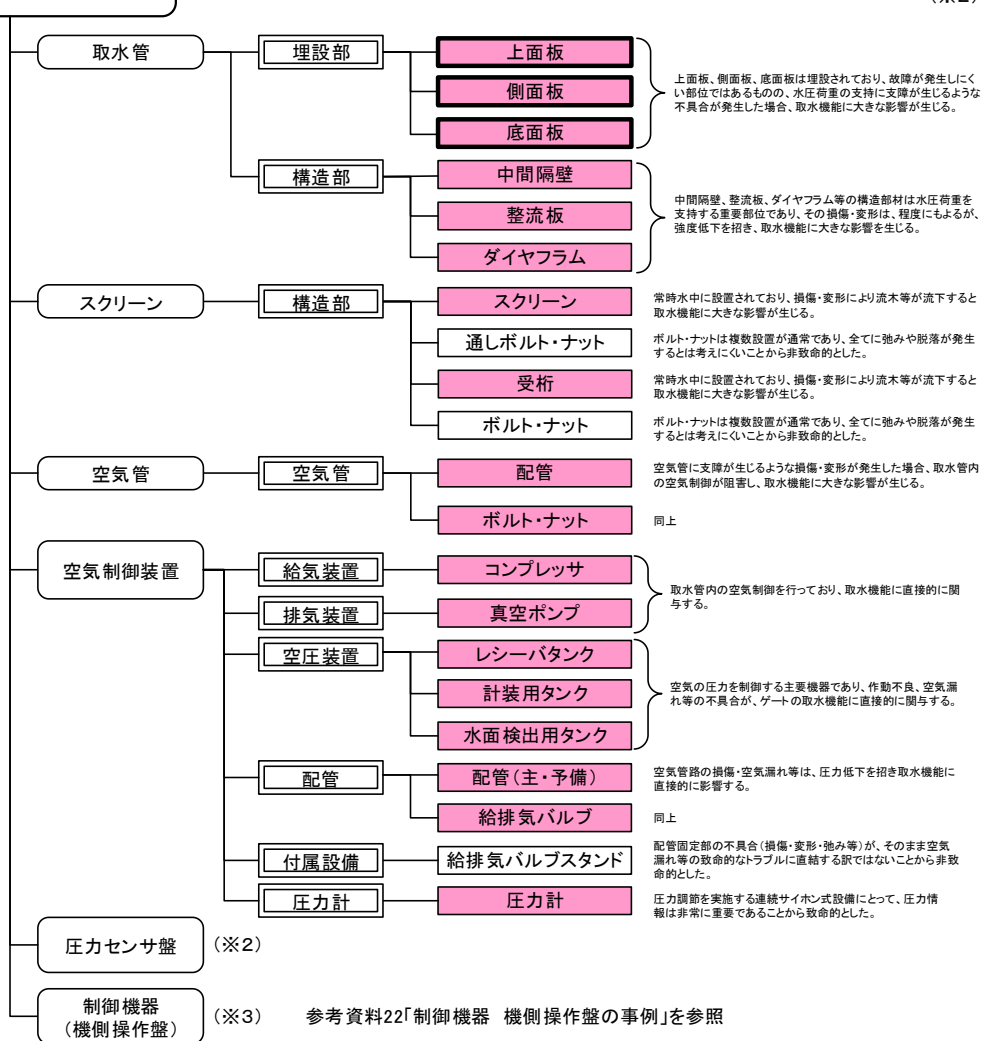
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

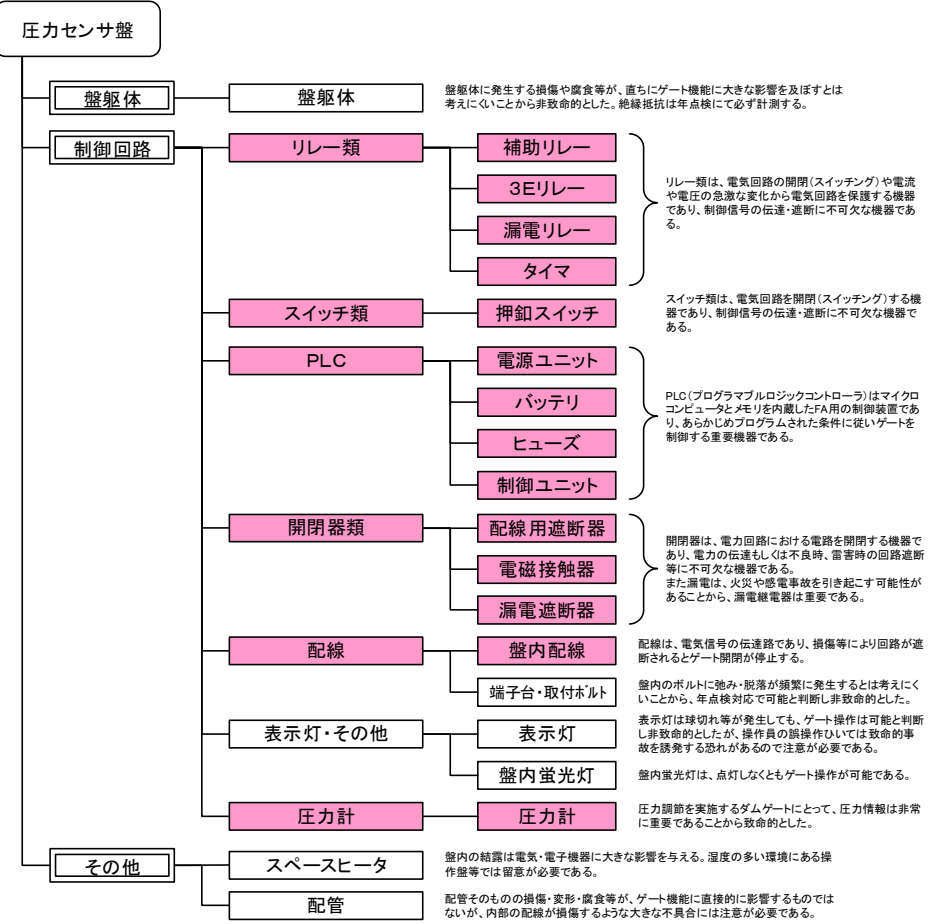
参考資料 16 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

取水設備 連続サイホン式取水設備の事例

連続サイホン式取水設備



(※2)



注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が代替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい代替・更新年数の提案に考慮される。

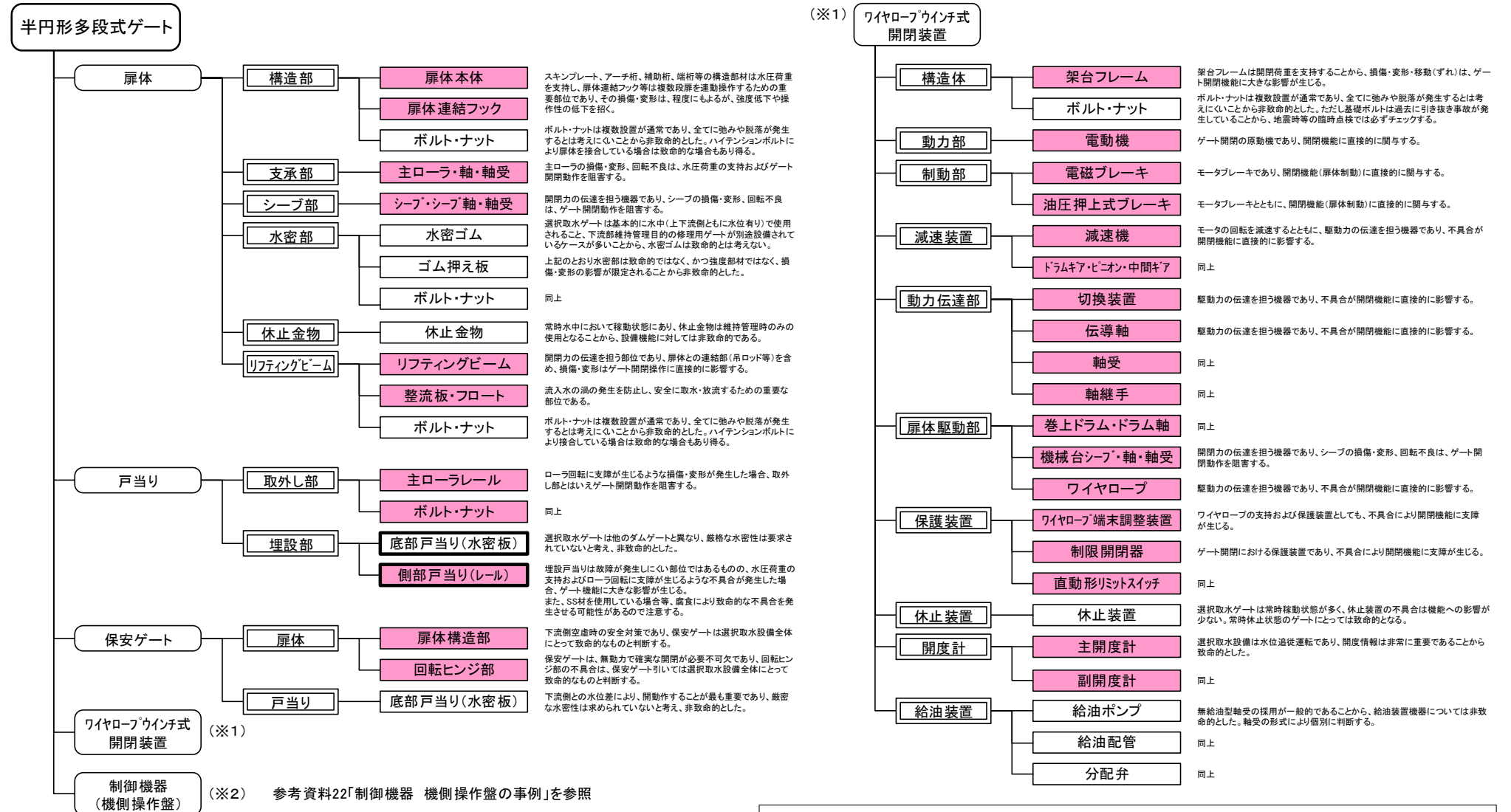
注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの



参考資料 17 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

取水設備 半円形多段式取水ゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考・19



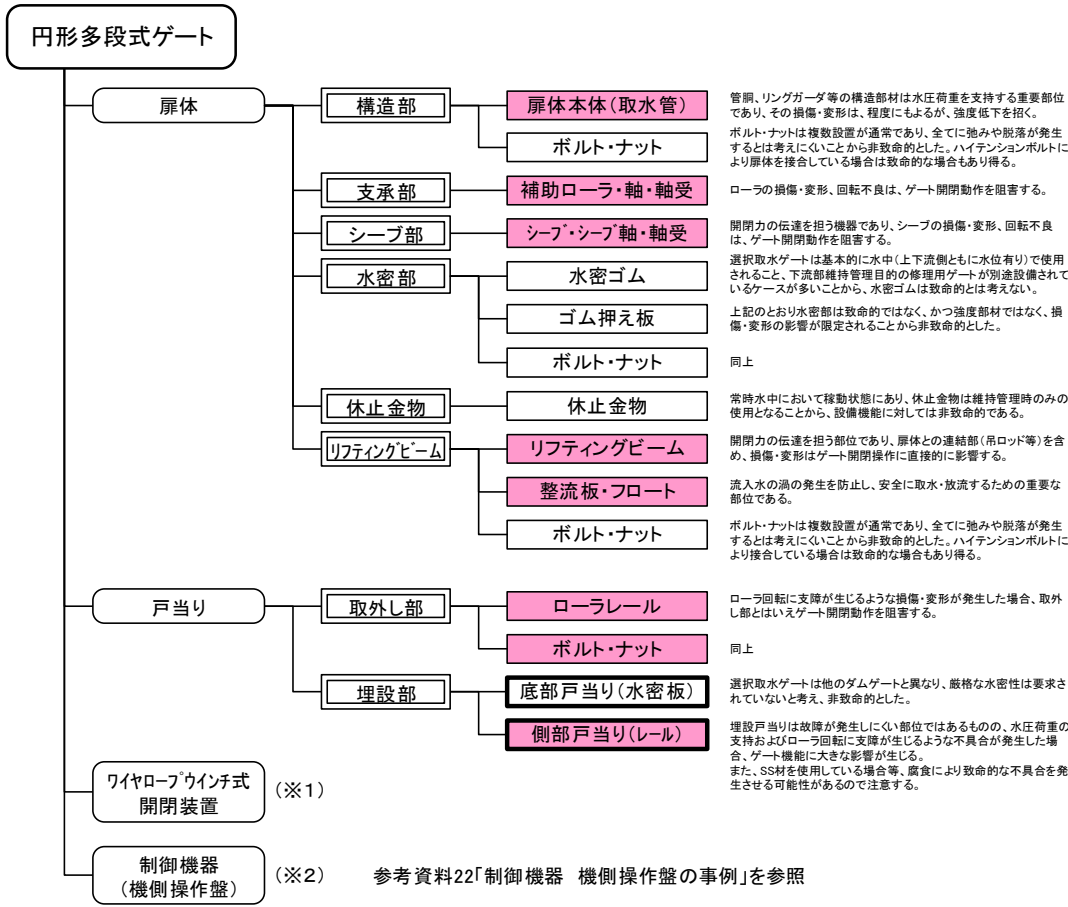
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が代替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい代替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 18 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

取水設備 円形多段式取水ゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考・20

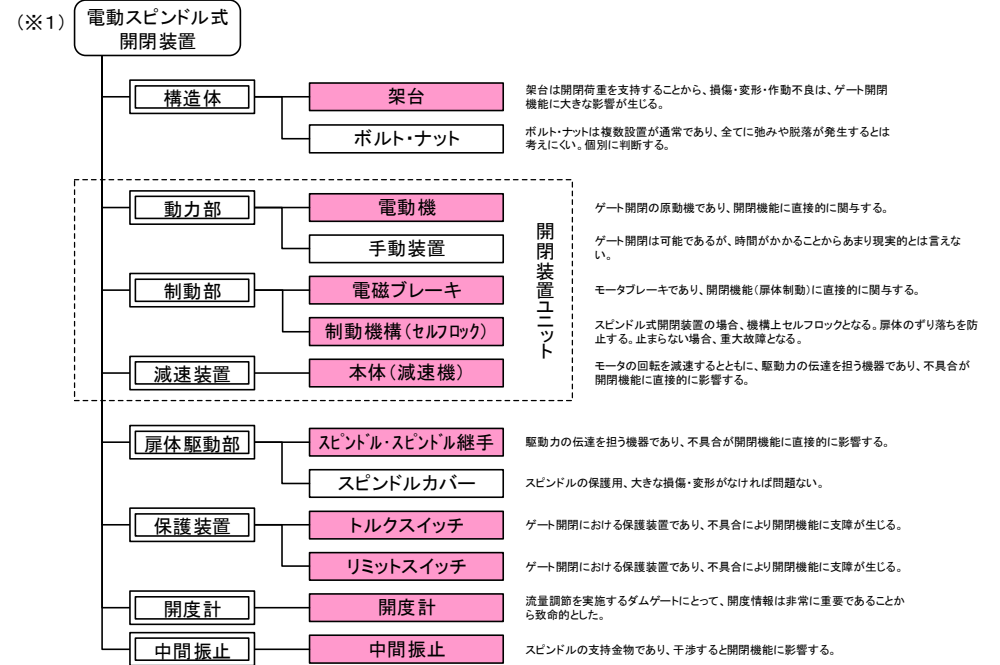
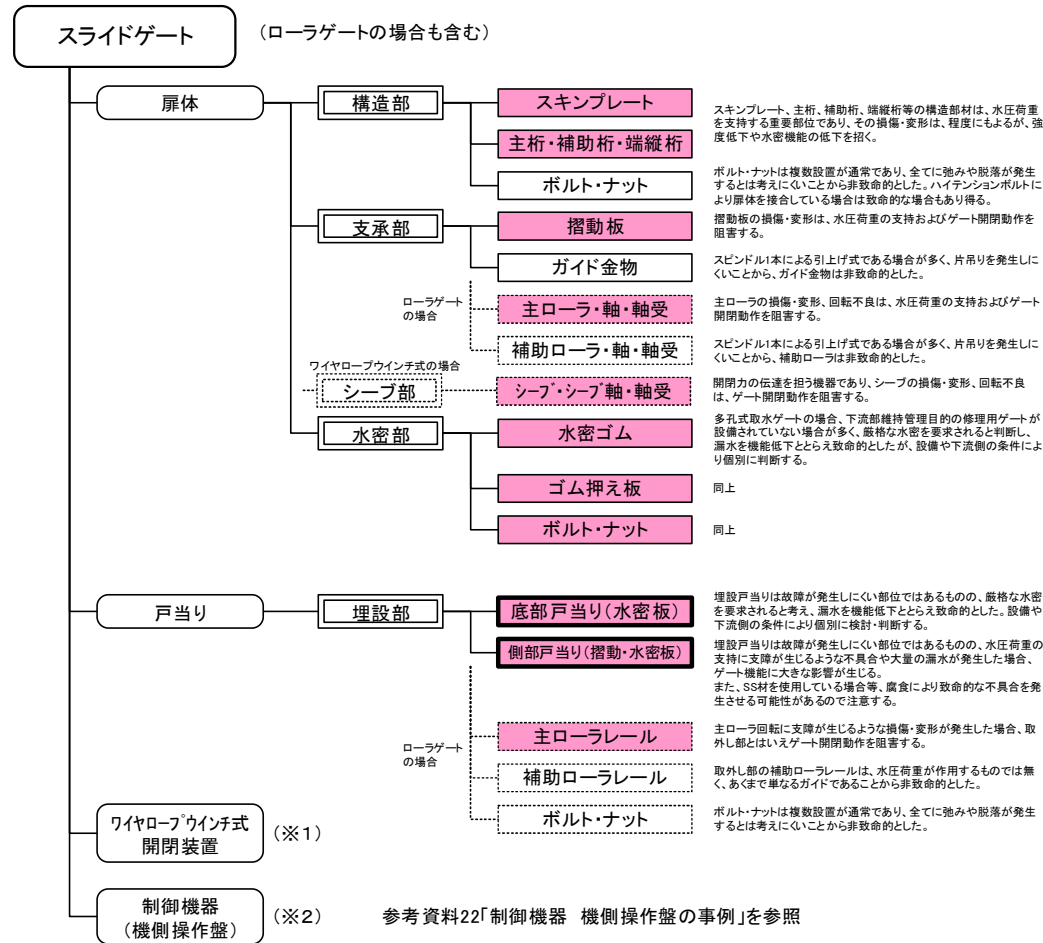


注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 19 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

取水設備 多孔式取水ゲート/スピンドル式開閉装置の事例

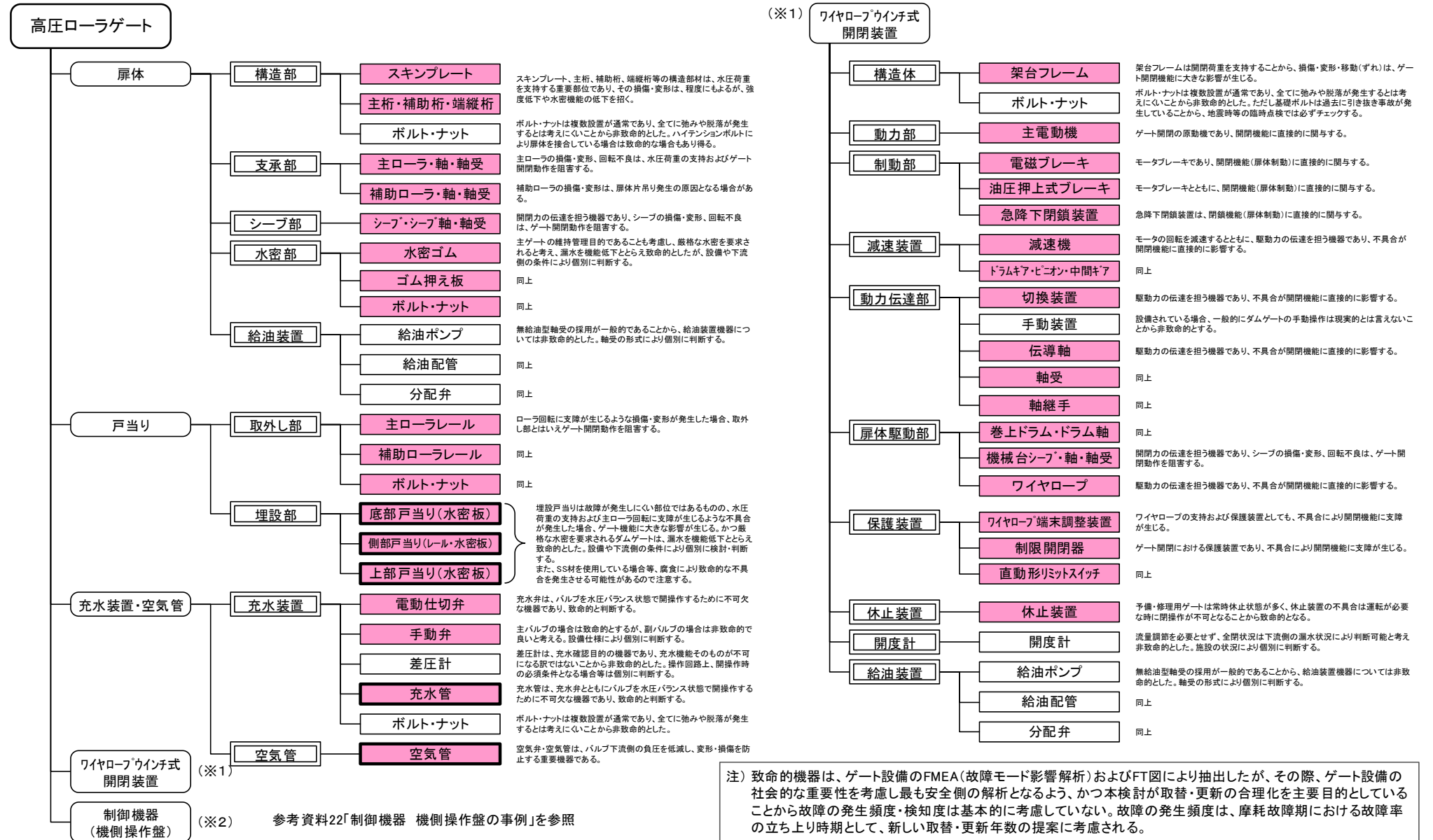


注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

参考資料 20 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

予備ゲート・修理用ゲート 高圧ローラゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考・22



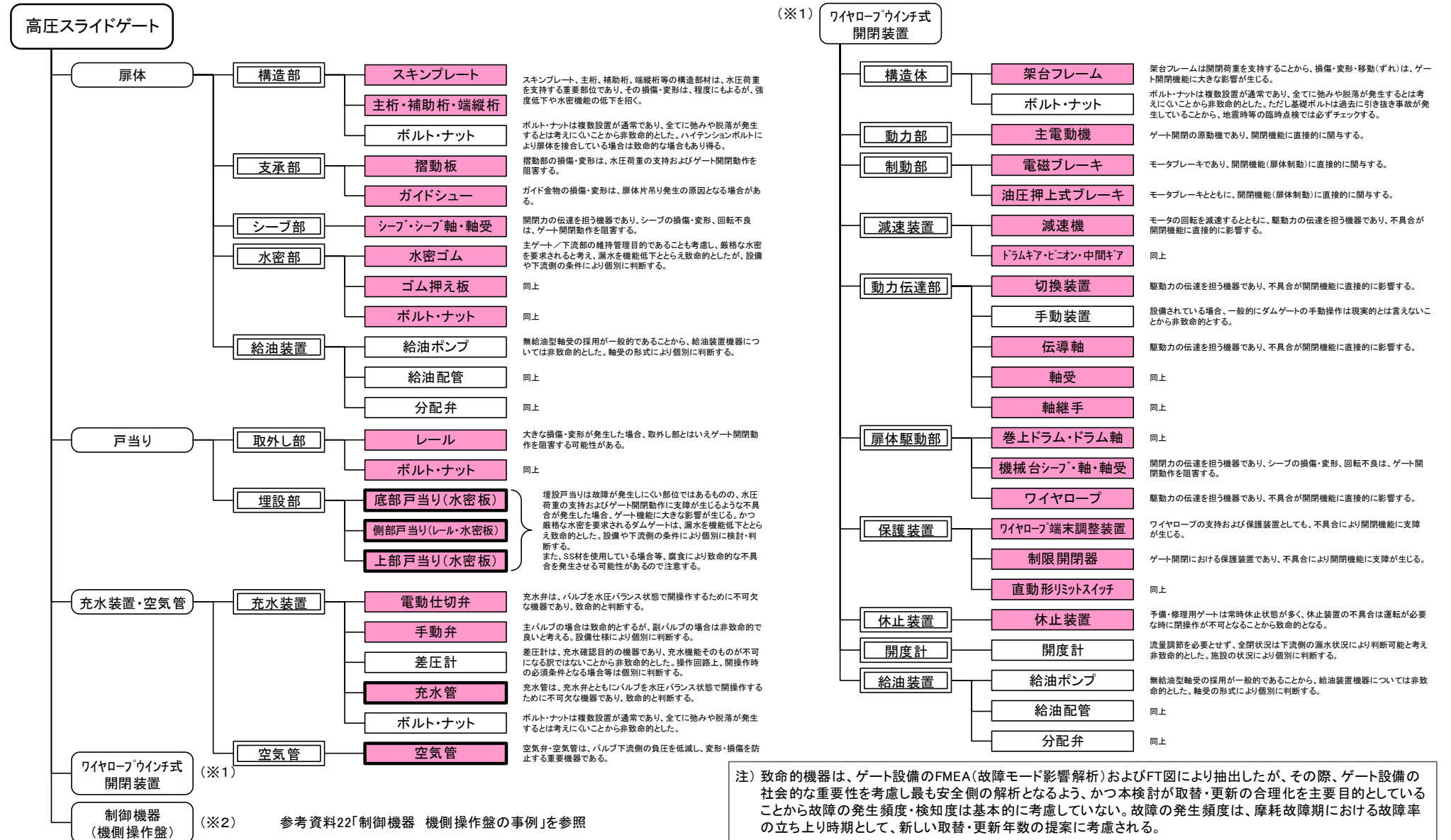
注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が代替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩擦故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。

注) 網掛け部が設備機能に致命的な影響のあるもの

参考資料 21 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

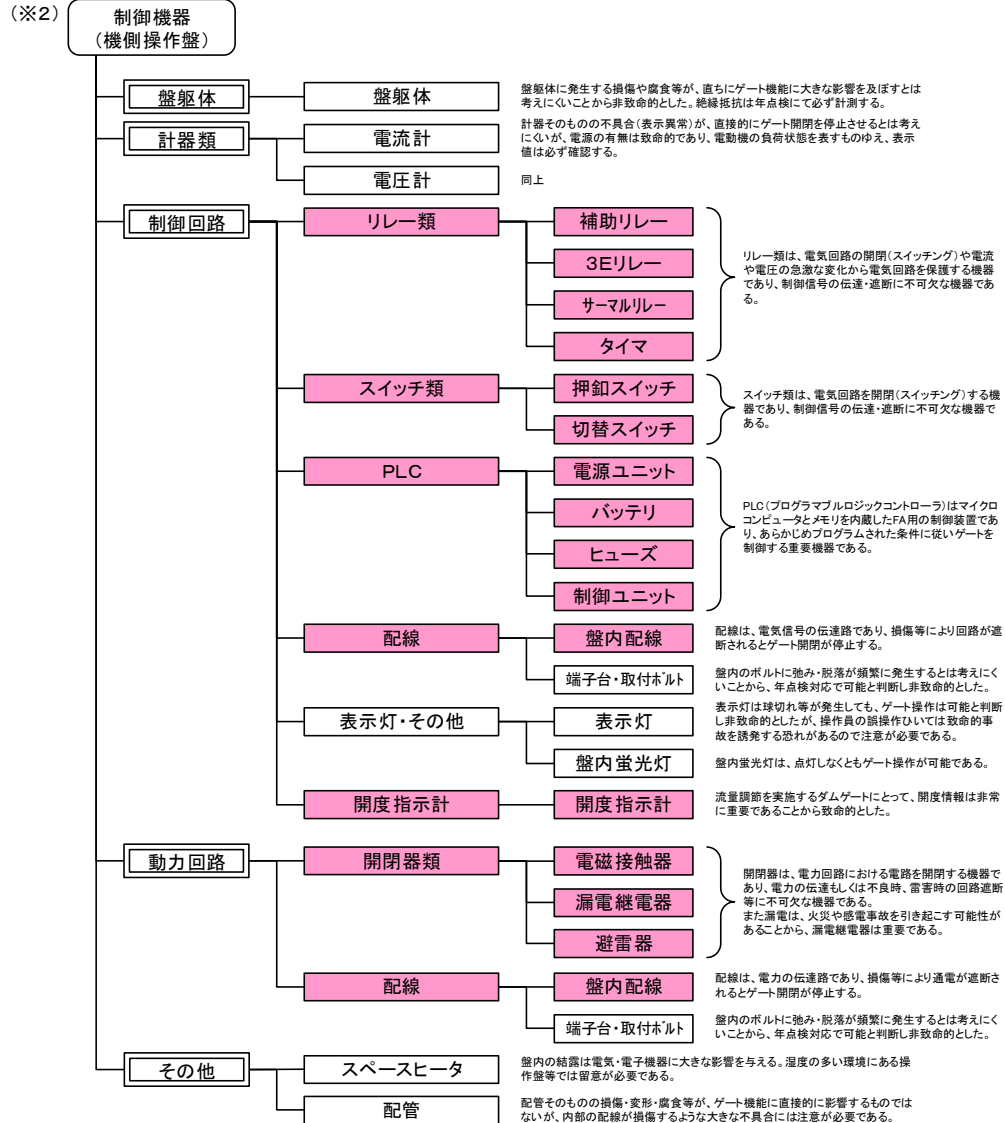
修理用ゲート 高圧スライドゲート/ワイヤロープウインチ式開閉装置の事例

参考 23



参考資料 22 致命的機器の抽出の考え方(解析事例)

制御機器 機側操作盤の事例



注) 致命的機器は、ゲート設備のFMEA(故障モード影響解析)およびFT図により抽出したが、その際、ゲート設備の社会的な重要性を考慮し最も安全側の解析となるよう、かつ本検討が取替・更新の合理化を主要目的としていることから故障の発生頻度・検知度は基本的に考慮していない。故障の発生頻度は、摩耗故障期における故障率の立ち上り時期として、新しい取替・更新年数の提案に考慮される。